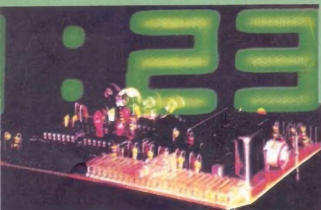


سلسلة الشايح الإلكترونية (٦)

المذبذبات والمؤقتات الزمنية ومولدات الدوال



م. أحمد عيسى المنيع



✓

المذبذبات والمؤقتات الزمنية
ومولدات الدوال

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سلسلة السابغ الإلكترونية (٦)

المذبذبات والمؤقتات الزمنية ومولدات الدوال

إعداد

م. أحمد عيَّوب المشعل م. حمدي السيد متولي

الكتاب : المذبذبات والمؤقتات الزمنية ومولدات الدوال

(سلسلة المشاريع الإلكترونية - ٦)

المؤلف : م. أحمد عبد المتعال - م. حمدي السيد متولى

رقم الطبعة : الأولى

تاريخ الإصدار : ١٤٢٥ هـ - ٢٠٠٤ م

حقوق الطبع : محفوظة للنشر

الناشر : دار النشر للجامعات

رقم الإيداع : ٩٨ / ١٤٨٠٠

الترقيم الدولي : ISBN: 977 - 316 - 003 - 3

الكوود : ٢ / ٨٧

تحذير : لا يجوز نسخ أو استعمال أى جزء من هذا الكتاب بأى شكل من الأشكال أو بأية وسيلة من الوسائل (المعروفة منها حتى الآن أو ما يستجد مستقبلاً) سواء بالتصوير أو بالتسجيل على أشرطة أو أقراص أو حفظ المعلومات واسترجاعها دون إذن كتابي من الناشر.



دار النشر للجامعات - مصر

ص.ب (١٣٠ محمد فريد) القاهرة ١١٥١٨

تليفون: ٤٥٠٧٨١٢ - تليفاكس: ٤٥٠٧٨١٢

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ
وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ ﴾ [الاحقاف: ١٥].

صدق الله العظيم

المحتويات

الصفحة

الموضوع

الباب الأول

مفاهيم أساسية

١٣	١ / ١ - المذبذبات
١٤	٢ / ١ - مولدات الدوال
١٥	١ / ٢ - محولات الجهد المتردد VCO
١٦	٣ / ١ - المؤقتات الزمنية
١٨	٤ / ١ - الدوائر المتكاملة للمذبذبات
١٨	١ / ٤ - الدوائر المتكاملة TTL للمذبذبات أحادية الاستقرار ..
٢٠	٢ / ٤ - الدوائر المتكاملة CMOS للمذبذبات
٢١	٣ / ٤ - المؤقت 555
٢٧	٤ / ٤ - المؤقت الدقيق ZN 1034 E
٢٩	٥ / ٤ - المؤقت الزمني المبرمج XR - 2240
٣٢	٥ / ١ - مكبرات العمليات Op - Amp
٣٤	١ / ٥ - المذبذبات المرتكزة على مكبرات العمليات
٣٥	٦ / ١ - مصادر القدرة المنتظمة

الباب الثاني

العناصر الإلكترونية المستخدمة في الدوائر الإلكترونية

٤٣	١ / ٢ - المقاومات
----	-------------------------

٤٣	١ / ١ / ٢ - المقاومات الخطية
٤٦	٢ / ١ / ٢ - المقاومات غير الخطية
٤٧	٢ / ٢ - المكثفات
٥٠	٣ / ٢ - عناصر متنوعة
٥٠	١ / ٣ / ٢ - المصهرات
٥٢	٢ / ٣ / ٢ - المفاتيح اليدوية
٥٥	٢ / ٣ / ٣ - الضواغط
٥٥	٢ / ٣ / ٤ - ريليهات التحكم
٥٧	٢ / ٣ / ٥ - المحولات
٥٨	٢ / ٤ - الموحدات
٥٩	٢ / ٤ / ١ - الموحد الباعث للضوء LED
٦٠	٢ / ٤ / ٢ - موحد الزينر
٦١	٢ / ٥ - الترانزستور الثنائي القطبية BJT
٦٣	٢ / ٦ - الثايرستور SCR
٦٤	٢ / ٧ - الترياك Triac
٦٦	٢ / ٨ - الدوائر المتكاملة الرقمية

الباب الثالث

دوائر عملية للمذبذبات الأحادية الاستقرار

٧١	٣ / ١ - مقدمة
٧١	٣ / ٢ - المذبذبات أحادية الاستقرار المرتكزة على ترانزستورات
	٣ / ٣ - المذبذبات أحادية الاستقرار التي تحتوى على المؤقت
٧٤	555

٧٩	٣/٤- المذبذبات أحادية الاستقرار المرتكزة على البوابات المنطقية.....
٨١	٣/٥- المذبذبات أحادية الاستقرار المرتكزة على المذبذب 74121.....
٨٣	٣/٦- المذبذبات أحادية الاستقرار المرتكزة على مكبرات العمليات.....

الباب الرابع

دوائر عملية للمذبذبات اللامستقرة

٨٩	٤/١- مقدمة.....
٨٩	٤/١/١- المذبذبات عديمة الاستقرار التي تحتوى على عواكس.....
٩١	٤/١/٢- المذبذبات عديمة الاستقرار التي تحتوى على بلورات بيزوكهربية.....
٩٢	٤/١/٣- المذبذبات عديمة الاستقرار التي تحتوى على مكبرات عمليات.....
٩٤	٤/١/٤- المذبذبات عديمة الاستقرار التي تحتوى على بوابة Schmitt NAND.....
٩٥	٤/٢- الدوائر العملية للمذبذبات عديمة الاستقرار المرتكزة على ترانزستورات.....
٩٨	٤/٣- الدوائر العملية للمذبذبات اللامستقرة المرتكزة على بوابات منطقية TTL.....

١٠٤	٤ / ٤ - الدوائر العملية للمذبذبات اللامستقرة البلورية
	٤ / ٥ - الدوائر العملية للمذبذبات اللامستقرة المركزة على المؤقت الزمني
١١١	555

الباب الخامس

مولدات الدوال ودوائرها العملية

١٢١	٥ / ١ - مقدمة
١٢٢	٥ / ٢ - الدوائر العملية لمولدات الدوال

الباب السادس

تطبيقات على المذبذبات أحادية الاستقرار

١٣٩	٦ / ١ - مقدمة
١٣٩	٦ / ٢ - دوائر عملية للمؤقتات الزمنية

الباب السابع

تطبيقات على المذبذبات اللامستقرة

الملاحق

١٨٩	ملحق ١ - تنفيذ المشاريع الإلكترونية
	ملحق ٢ - أوضاع أرجل أشباه الموصلات المستخدمة في
١٩٨	الكتاب

الباب الأول

مفاهيم أساسية

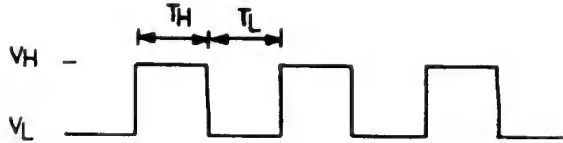
مفاهيم أساسية

١ / ١ - المذبذبات Multivibrators

تعتبر المذبذبات هي القلب النابض في معظم أنظمة التحكم الرقمية فبعض أنظمة التحكم الرقمية تحتاج إلى نبضات مربعة حتى يحدث تزامن لعملياتها، والبعض الآخر يحتاج هذه النبضات لإجراء بعض القياسات الزمنية في حين تحتاج بعض الأنظمة الرقمية لنبضة واحدة بزمان محدد لإجراء بعض العمليات وهكذا.

أولاً: المذبذبات العديمة الاستقرار Astable Multivibrators

وتسمى هذه المذبذبات أحياناً بالمذبذبات الحرة Free Running M.V .
وتقوم هذه المذبذبات بتوليد موجات مربعة كما بالشكل (١ - ١) .



شكل (١ - ١)

حيث يتغير جهد هذه الموجات بين قيمتين ثابتتين وهما الجهد العالي V high والجهد المنخفض V low ويكون زمن بقاء الجهد عالياً T_H وزمن بقاء الجهد منخفضاً T_L ويعرف معامل دورة الخدمة Service Duty cycle بالمعادلة التالية :

$$D = \frac{T_H}{T_H + T_L} \quad (1 - 1)$$

ويكون زمن الدورة مساوياً:

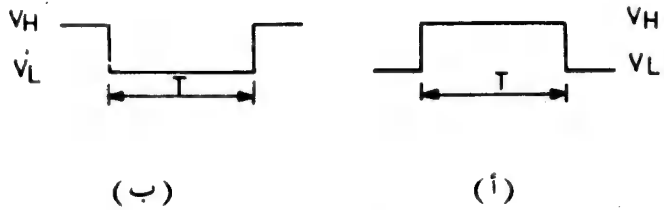
$$T = T_H + T_L \quad \text{Sec} \quad (1 - 2)$$

ويكون تردد المذبذب العديم الاستقرار مساوياً:

$$F = \frac{1}{T} \text{ HZ} \quad (1-3)$$

ثانياً: المذبذبات الأحادية الاستقرار **Monostable Multivibrator**

وتقوم هذه المذبذبات بتوليد نبضة واحدة عالية أو منخفضة كما بالشكل (١ - ٢).



شكل (١ - ٢)

ففي الشكل (أ) نبضة عالية زمنها T ، وفي الشكل (ب) نبضة منخفضة زمنها T . فبعض المذبذبات الأحادية الاستقرار يكون خرجها منخفضاً V_{low} في الحالة الطبيعية وعند قدها تخرج نبضة عالية زمنها (T) أى يصبح جهد خرجها عالياً V_{high} لمدة زمنية (T) .

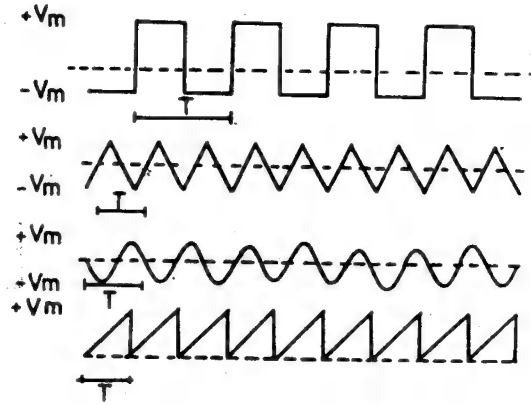
وبعض المذبذبات الأحادية الاستقرار يكون خرجها عالياً V_{high} في الحالة الطبيعية، وعند قدها تخرج نبضة منخفضة زمنها (T) أى يصبح جهد خرجها منخفضاً V_{low} لمدة زمنية (T) .

ولعل من أكثر التطبيقات التى تستخدم فيها المذبذبات الأحادية الاستقرار هى المؤقتات الزمنية والتى تكون مزودة عادة بريلاى فى المخرج حيث يقوم الريلاى بعكس حالة ريشته عند قدح المؤقت لمدة زمنية (T) .

٢ / ١ - مولدات الدوال **Function Generators**

تقوم مولدات الدوال بتوليد موجات لها أشكال مختلفة كالموجات المربعة والموجات المثلثة والموجات الجيبية... إلخ والتى نحتاج إليها فى اختبار وإصلاح ومعايرة الأجهزة الإلكترونية والشكل (١ - ٣) يعرض نماذج مختلفة للموجات التى يمكن الحصول عليها من مولدات الدوال وهى كما يلي:

موجة مربعة - موجة مثلثة - موجة جيبية - موجة على شكل أسنان المنشار.



شكل (١ - ٣)

حيث إن :

V_m

القيمة القصوى لسعة الموجة

T

زمن الموجة الكاملة

ويكون تردد الموجة مساوياً :

$$F = \frac{1}{T} \quad \text{HZ} \quad (1 - 4)$$

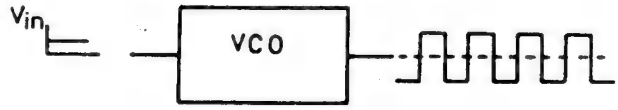
وتتميز مولدات الدوال بإمكانية تغيير كل من شكل الموجة، وتردد الموجة، والقيمة القصوى للموجة.

١ / ٢ / ١ - محولات الجهد المتردد VCO

هذه المحولات تعمل على تحويل إشارة الجهد إلى تردد مكافئ بنسبة معينة كما هو مبين بالشكل (١ - ٤) .. وفيما يلي العلاقة بين قيمة الجهد الداخل وتردد الموجة الخارجة.

$$V_{in} = K F_o$$

(1- 5)



شكل (١ - ٤)

حيث إن :

V_{in}

الجهد العالى

K

ثابت

F_o

تردد الموجة الخارجة

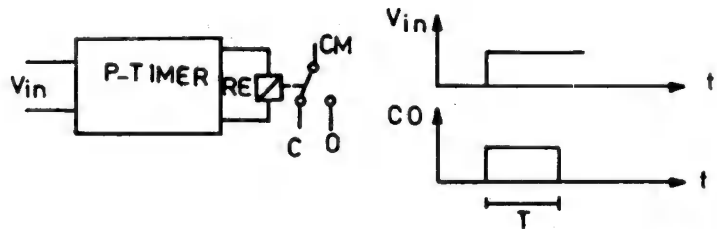
ويختلف شكل الموجة الخارجة من محول جهد من لتردد لآخر. فمنها ما يكون خرجه موجة مربعة، ومنها ما يكون خرجه موجة جيبية ومنها ما يكون خرجه موجة مثلثة..... إلخ.

أما سعة الموجة الخارجة فتكون قيمة ثابتة عند أى قيمة للجهد الداخلى.

١/ ٣ - المؤقتات الزمنية

تنقسم المؤقتات الزمنية حسب خواصها إلى ثلاثة أنواع وهى :

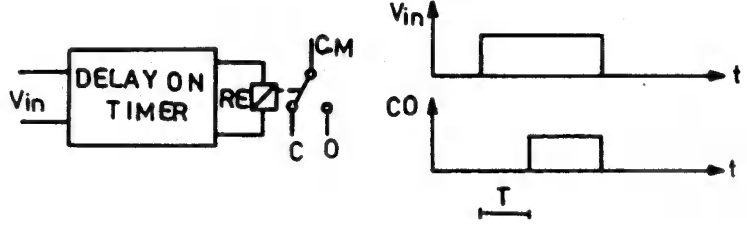
١ - مؤقتات زمنية نبضية Pulse Timer، والشكل (١ - ٥) يبين خواص هذه المؤقتات.



شكل (١ - ٥)

فعند دخول إشارة الدخل V_{in} على المؤقت الزمني تنعكس حالة ريش ريلاى الخرج القلاب CO للمؤقت RE فتصبح الريشة المغلقة مفتوحة والمفتوحة مغلقة مدة زمنية مقدارها T ، ثم بعد ذلك ترجع ريش ريلاى الخرج لوضعها الطبيعي .

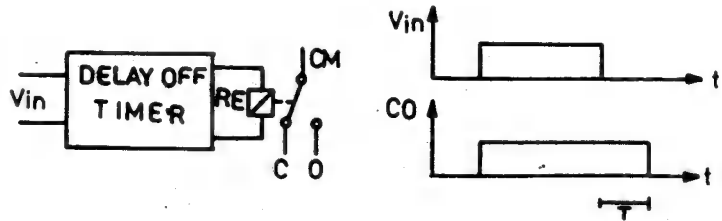
٢ - مؤقتات تؤخر عند التوصيل Delay ON Timer والشكل (١ - ٦) يبين خواص هذه المؤقتات .



شكل (١ - ٦)

فعند دخول إشارة الدخل V_{in} على المؤقت الزمني تنعكس حالة ريش ريلاى الخرج RE بعد تأخير زمني T ، فتصبح الريشة المغلقة مفتوحة والريشة المفتوحة مغلقة، وتظل على هذا الحال لحين انقطاع التيار الكهربى عن دخل المؤقت .

٣ - مؤقتات تؤخر عند الفصل Delay OFF Timer . والشكل (١ - ٧) يبين خواص هذه المؤقتات .



شكل (١ - ٧)

فعند وصول التيار الكهربى لدخل هذه المؤقتات تنعكس حالة ريش ريلاى خرج المؤقت RE فتصبح الريشة المغلقة مفتوحة، والريشة المفتوحة مغلقة وتظل حالة ريش

المؤقت على هذه الحالة حتى بعد انقطاع التيار الكهربى عن دخل هذه المؤقتات لمدة زمنية مقدارها T.

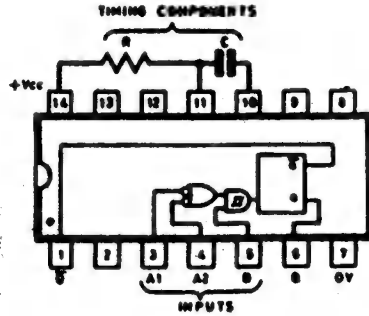
١ / ٤ - الدوائر المتكاملة للمذبذبات

١ / ٤ / ١ - الدوائر المتكاملة TTL للمذبذبات أحادية الاستقرار

يوجد أنواع مختلفة من الدوائر المتكاملة TTL تعمل كمذبذبات أحادية الاستقرار مثل: 74123 - 74122 - 74121 ، والاختلاف بين هذه الدوائر يكمن فى طريقة إشعالها، فبعضها (محدد الإشعال) Retriggerable حيث يمكن تكبير زمن نبضة الخرج بإرسال نبضتى إشعال للدخل، الزمن بينهما أقل من زمن نبضة الخرج عند إرسال نبضة إشعال واحدة.

والبعض الآخر (غير محدد الإشعال) Not Retriggerable أى لا يمكن تغيير

زمن نبضة الخرج بإرسال نبضات دخل متلاحقة.



وتعتبر الدائرة المتكاملة 74121 من النوع غير محدد الإشعال. والشكل (٨-١) يبين طريقة توصيل مكثف C ومقاومة R معها للحصول على مذبذب أحادى الاستقرار، وكذلك جدول الحقيقة لها والمدخل B و A2 و A1 هى مداخل الإشعال.

INPUTS			OUTPUTS	
\bar{A}_1	\bar{A}_2	B	Q	\bar{Q}
L	X	H	L	H
X	L	H	L	H
X	X	L	L	H
H	H	X	L	H
H	↓	H	⌋	⌋
↓	↓	H	⌋	⌋
L	X	↑	⌋	⌋
X	L	↑	⌋	⌋

H = HIGH voltage level
L = LOW voltage level
X = Don't care
↓ = LOW-to-HIGH transition
↑ = HIGH-to-LOW transition

وهناك ثلاثة طرق مختلفة لإشعال تلك الدائرة وهى:

١ - بتوصيل A1 و A2 بجهد منخفض L، وبالتالي يتم إشعال المذبذب عند وصول نبضة للمدخل B وذلك عند الحافة الصاعدة.

٢ - بتوصيل B و A1 بجهد عال H،

شكل (٨-١)

وبالتالى يتم إشعال المذبذب عند الحافة الهابطة لإشارة المدخل A2.
 ٣ - بتوصيل B و A2 بجهد عال H، ويتم إشعال المذبذب عند الحافة الهابطة لإشارة المدخل A1.

$$t = 0.693 RC \quad \text{زمن النبضة الخارجة}$$

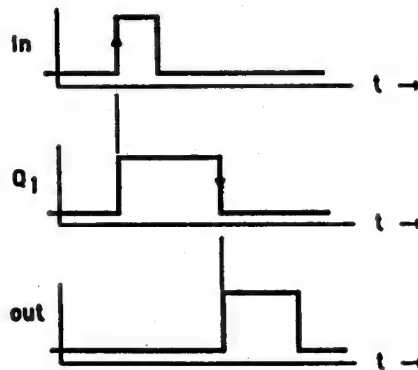
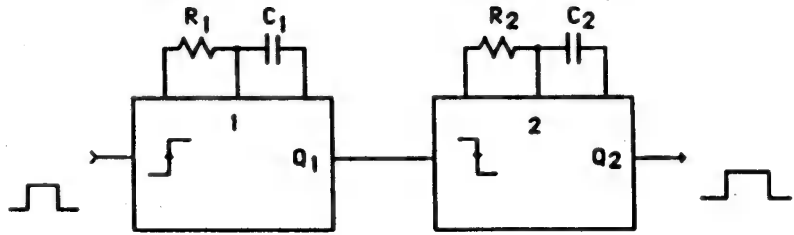
حيث إن :

R تتراوح ما بين $(1.5 : 40) K\Omega$

C و يتراوح ما بين $(30PF : 1000\mu F)$

ويتراوح الزمن t ما بين $(30 ns : 28S)$

وتستخدم هذه الدائرة في زيادة زمن النبضات القصيرة ولعمل إزاحة زمنية لنبضة ما. والشكل (١ - ٩) يبين دائرة الإزاحة الزمنية لنبضة ما، وكذلك نبضات الدخل والخروج.



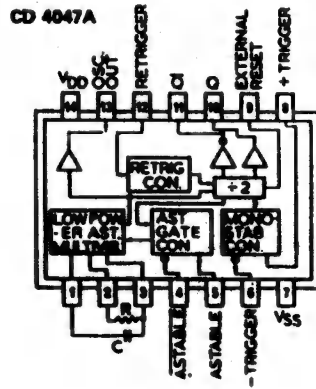
شكل (١ - ٩)

توصل نبضة الدخل إلى المدخل B مع توصيل المدخلين A1 و A2 بجهد منخفض، بينما يوصل خرج الدائرة المتكاملة الأولى إلى المدخل A2 للدائرة المتكاملة الثانية مع توصيل المدخلين B و A1 بجهد عال.

١/٤/٢ - الدوائر المتكاملة CMOS للمذبذبات

من أشهر الدوائر المتكاملة CMOS للمذبذبات هي الدائرة المتكاملة CD 4047A حيث يمكن استخدامها كمذبذب لاستقرار، وكذلك كمذبذب أحادي الاستقرار. والشكل (١ - ١٠) يعرض المسقط الأفقي للدائرة المتكاملة المذكورة.

وتمتاز هذه الدائرة بأنها لا تحتاج إلا لمكثف خارجي واحد غير كيميائي ومقاومة واحدة ولها ثلاثة مخرج وهي: Q و \bar{Q} و خرج المذبذب (الطرف رقم 13).



أولاً: استخدام الدائرة المتكاملة 4047A كمذبذب لاستقرار:

يتم توصيل الأطراف 6 و 5 و 4 و 14 بالجهد VDD والأطراف 12 و 9 و 8 بالجهد Vss وناخذ تردد الخرج على الطرفين 10 (Q) ، 11 (\bar{Q}) ويساوى.

$$F_Q = F_{\bar{Q}} = \frac{0.23}{RC} \longrightarrow (1-6)$$

شكل (١ - ١٠)

أما تردد الخرج على مخرج المذبذب (13) فيساوى

$$F_o = 2F = \frac{0.46}{RC} \longrightarrow (1-7)$$

كما أنه يمكن تحرير خرج المذبذب في أى لحظة عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير (9).

ثانياً : استخدام الدائرة المتكاملة 4047A كمذبذب أحادى الاستقرار :

يتم توصيل الأطراف 14 و 4 بالجهد VDD، والأطراف 12 و 9 و 7 و 6 و 5 بالجهد VSS وعند الحافة الصاعدة للجهد على مدخل الإشعال 8 تظهر نبضة الخرج على كل من Q و Q و زمنها يساوى:

$$T = 2.5 RC$$

ويمكن تحرير خرج المذبذب عند وصول إشارة عالية على الطرف (9).

١/٤/٣ - المؤقت 555

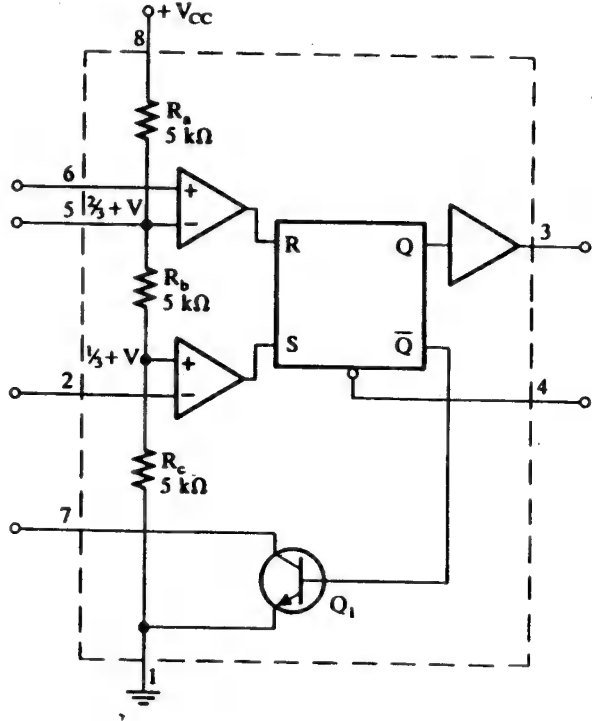
يتواجد المؤقت 555 في صورة دائرة متكاملة تبني من دائرة رقمية وتناظرية حيث تحتوى على عناصر رقمية وعناصر تناظرية.

فهى تحتوى على عدد اثنين مكبر عمليات OP- Amp يستخدمان كمقارنات وعلى قلاب S - R بالإضافة إلى عازل للخرج buffer حيث يقوم بزيادة مستوى تيار الخرج للمؤقت. وتحتوى أيضاً على ترانزستور يعمل كمفتاح.

التعريف بأطراف المؤقت 555 :

1	الأرضى
2	طرف الإشعال
3	طرف الخرج للمؤقت
4	طرف التحرير
5	طرف التحكم
6	مدخل جهد العتبة
7	تفريغ المكثف
8	الجهد الموجب + Vcc

والشكل (١ - ١١) يبين التركيب البنائى للمؤقت NE555.



شكل (١ - ١١)

عائلة المؤقت 555:

أ - المؤقت 555 القياسي طراز NE 555:

يوجد في صورة دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL ذي ثمانية أطراف، ويعمل خلال مدى واسع من جهد التغذية (4.5 : 18V) وتيار دخله (3 : 10mA) وتيار خرجه يصل إلى 200mA.

ب - المؤقت 555 القليل القدرة CMOS طراز ICM 7555:

يوجد على صورة دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف ذي ثمانية أطراف، ويصل مدى جهد التغذية (2 : 18V) وتيار دخله 120μA وتيار خرجه صغير، ولكنه قادر على تغذية دائرتين متكاملتين من عائلة TTL.

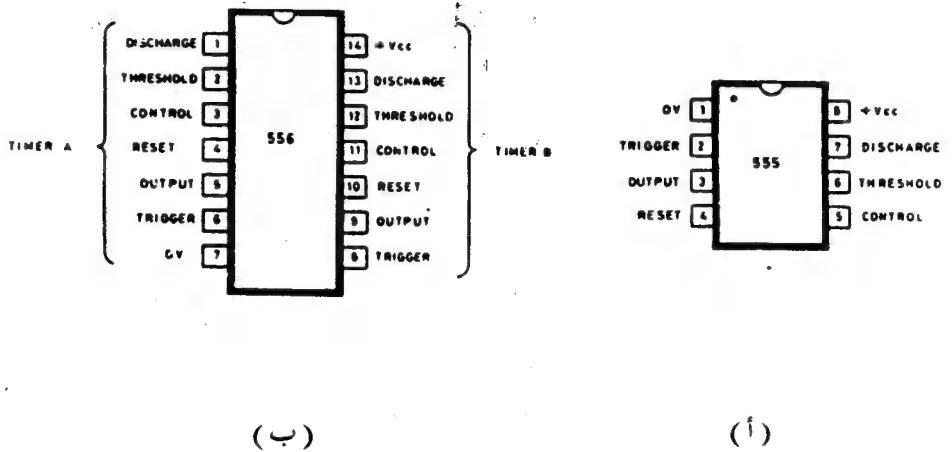
ج - المؤقت المزدوج طراز NE556A :

يحتوى على مؤقتين 555 قياسييين وهو على شكل دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL ذى أربعة عشر طرفاً، ويمكن استعمال كل مؤقت بشكل منفصل.

د - المؤقت 555 المزدوج والقليل الطاقة CMOS طراز ICM 7556 IPA :

يحتوى على مؤقتين 555 قليلا الطاقة. يمكن استعمال كل مؤقت بشكل منفصل والمؤقت ذو أربعة عشر طرفاً مترابطة على شكل مزدوج الصفوف DIL ويتمتع بنفس الخواص الكهربائية للمؤقت ICM 7555 IPA.

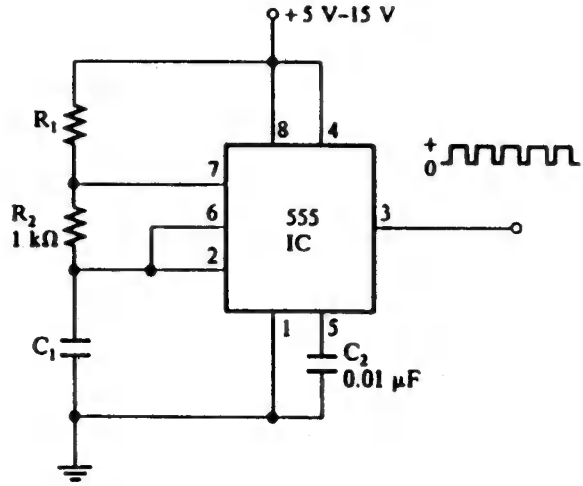
والشكل (١ - ١٢) يعرض المسقط الأفقى للمؤقت 555 (أ) والمؤقت 556 (ب).



شكل (١ - ١٢)

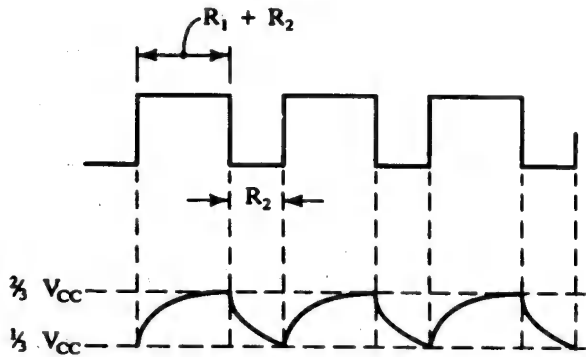
المذبذب عديم الاستقرار باستخدام المؤقت 555 :

الشكل (١ - ١٣) يبين دائرة المذبذب اللامستقر باستخدام المؤقت 555.



شكل (١ - ١٣)

كما يبين الشكل (١ - ١٤) شكل موجة الخرج V_o وكذلك الجهد على طرفي المكثف C_1 .



شكل (١ - ١٤)

زمن بقاء خرج المؤقت عالياً T_H يساوى :

$$T_H = 0.7 (R_1 + R_2) C \quad (1 - 8)$$

زمن بقاء خرج المؤقت منخفضاً T_L يساوى :

$$T_L = 0.7 R_2 C \quad (1 - 9)$$

وعليه فإن الزمن الكلى للدورة T يساوى :

$$T = T_H + T_L \quad (1 - 10)$$

$$= 0.7 (R_1 + 2R_2) C$$

تردد خرج المذبذب F يساوى :

$$F = \frac{1}{T}$$
$$= \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2) C_1} \quad (1-11)$$

معامل دورة الخدمة D يساوى :

$$D = \frac{T_H}{T_H + T_L} \quad (1-12)$$

$$= \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2} \quad (1-13)$$

حيث تتراوح قيم المقاومات R_1, R_2 ما بين $(1K\Omega : 1M\Omega)$ وقيمة المكثف C_1 ما بين $(10 \text{ nF} : 10 \mu\text{F})$.

كما يمكن جعل خرج المذبذب موجة مربعة ($D=0.5$) وذلك بتوصيل ثنائى على التوازي مع R_2 ، بحيث يكون مهبطه متصل بالطرف 7 للمؤقت 555 ، وتظل $R_1 = R_2$ وفي هذه الحالة يكون :

$$T_H = 0.7 R_1 C \quad (1-14)$$

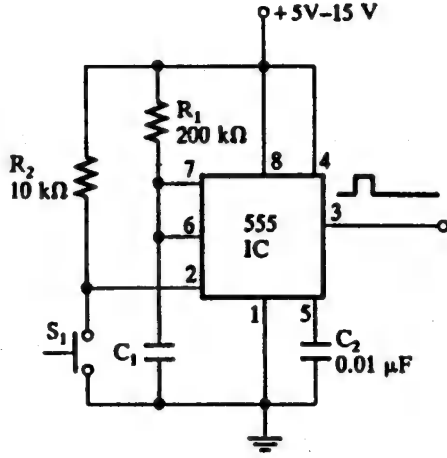
$$T_L = 0.7 R_2 C \quad (1-15)$$

$$F = \frac{1.44}{(R_1 + R_2) C} \quad (1-16)$$

المذبذب أحادى الاستقرار باستخدام المؤقت 555:

الشكل (١ - ١٥) يبين دائرة المذبذب أحادى الاستقرار باستخدام المؤقت 555.

نظرية عمل المذبذب:



بالضغط على المفتاح S1 ينخفض الجهد الواقع على الطرف (2) للمؤقت، ويصبح خرج المذبذب فى المستوى العالى (H) عند الطرف (3) للمؤقت.

يشحن المكثف C1 خلال R1 ويتحول خرج المذبذب إلى المستوى المنخفض (L)، ويظل حتى الضغط على S1 مرة أخرى.

زمن نبضة الخرج يساوى:

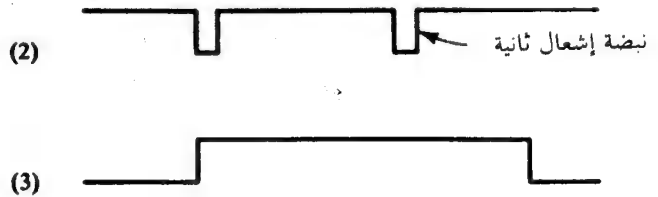
$$T = 1.1 C_1 R_1 \quad (1-17)$$

شكل (١ - ١٥)

علمًا بأن R1 تتراوح ما بين

(1.5KΩ : 3.3 MΩ) أما سعة المكثف C1 فتتراوح ما بين (470P : 470μ) كما يتراوح زمن النبضة ما بين (1 ms : 30 min).

ويوضح الشكل (١ - ١٦) جهد الإشعال للطرف (2)، وجهد الخرج المقابل.



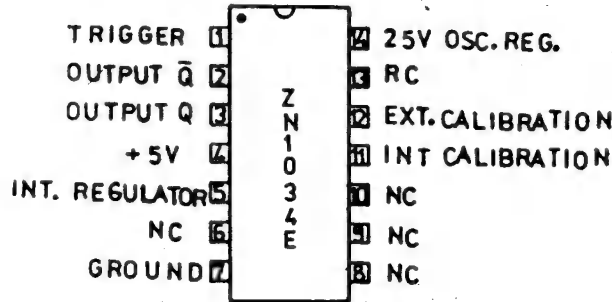
شكل (١ - ١٦)

والجددير بالذكر أنه يمكن تحرير خرج المذبذب بوصول نبضة تحرير عند الحافة الهابطة (تحول الجهد من عال إلى منخفض) لدخل التحرير حتي ولو لم ينته زمن النبضة .

١ / ٤ / ٤ - المؤقت الدقيق ZN 1034E

باستخدام المؤقت الدقيق ZN 1034E أمكن حل مشاكل المؤقت الزمني 555 ذلك لأنه يتميز بأن له زمن تأخير طويل يتراوح ما بين (22 weeks: 50ms) كما أنه عالي الدقة . كما تصل شدة تياره سواء الخارج أو الداخل لمخارجه إلى 25 mA ويحتاج لجهد تغذية 5Vdc + بنسبة تفاوت $\pm 0.25V$.

والشكل (١ - ١٧) يبين المسقط الأفقي للدائرة المتكاملة ZN 1034E .



شكل (١ - ١٧)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

- | | |
|---|--------------------|
| 1 | إشعال |
| 2 | المخرج \bar{Q} |
| 3 | المخرج Q |
| 4 | جهد التغذية +5V |
| 5 | منظم الجهد الداخلي |

10, 9, 8, 6

N.C لا يستخدم

7

الأرضى

11

معايرة داخلية

12

معايرة خارجية

13

توصل مع R,C الخارجيين

14

منظم المذبذب عند 2.5V

كما يبين الشكل (١ - ١٨) كيفية استخدام المؤقت الدقيق ZN 1034E للحصول على زمن تاخير من لحظة غلق المفتاح S1 يساوى:

$$t = 2735 CR \quad (1 - 18)$$

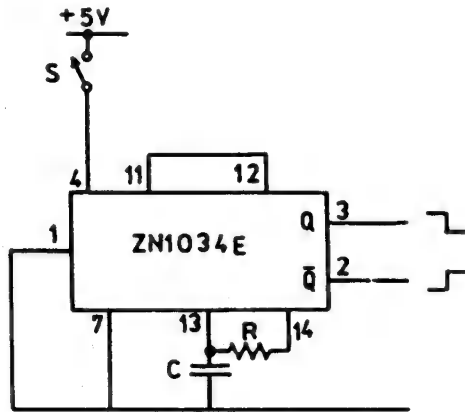
حيث إن :

$5K\Omega : 5M\Omega$

R تتراوح ما بين

$3.3 nF : 1000 \mu F$

C و تتراوح ما بين



شكل (١ - ١٨)

كما أنه يمكن تغذية المؤقت الدقيق من مصدر جهد يتراوح ما بين (+6 : 450 Vdc) وذلك بتوصيل مقاومة على التوالي مع الرجلين 5 و 4 حيث يمكن إيجاد قيمة تلك المقاومة من العلاقة:

$$R = \frac{V_{cc} - 5}{I_L + 7} \quad (1 - 19)$$

حيث إن :

V_{cc} جهد المصدر.

I_L تيار الحمل بالملي أمبير (mA).

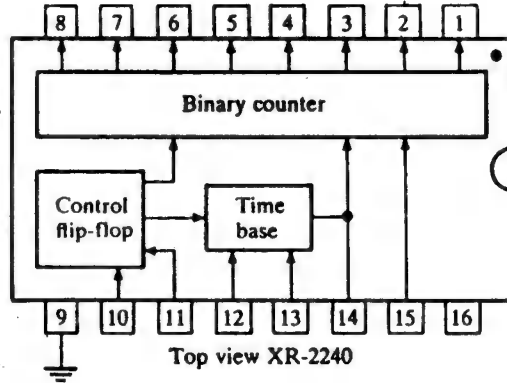
١ / ٤ / ٥ - المؤقت الزمني المبرمج XR - 2240

للمؤقت الزمني المبرمج XR-2240 زمن تأخير يتراوح ما بين (1 month : 1μS) ويعمل عند مدى واسع لجهد التغذية يتراوح ما بين (4:15V) ويستخدم مع كل من دوائر CMOS ، TTL . كما أن له زمن تأخير مبرمج يتراوح ما بين (RC : 255 RC)، حيث إنه يتم توصيل كل من C و R خارجياً مع المؤقت.

والشكل (١ - ١٩) يبين المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة XR-2240.

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة XR-2240 :

1:8	مخارج المؤقت وخرجها ثنائى (1:255)
9	جهد المنبع السالب GND
10	تحرير
11	إشعال
12	تضمين Modulation
13	R,C
14	أساس الزمن الخارج
15	خرج منظم الجهد الداخلى



1 = 1T	9 = V -
2 = 2T	10 = Reset
3 = 4T	11 = Trigger
4 = 8T	12 = Modulation
5 = 16T	13 = Timing R, C
6 = 32T	14 = Time base output
7 = 64T	15 = Regulator output
8 = 128T	16 = V + (15 V max.-4 V min.)

شكل (١ - ١٩)

ويحسب أساس زمن المؤقت من العلاقة:

$$T_B = RC \quad \text{Sec} \quad (1-20)$$

حيث إن

R تتراوح ما بين 1kΩ: 10 MΩ .

C و تتراوح ما بين 10 nF: 1000 μF .

ويصل شدة تيار خرج المؤقت إلى 15 mA .

$$T = nT_B \quad \text{Sec} \quad (1-21)$$

n

TB

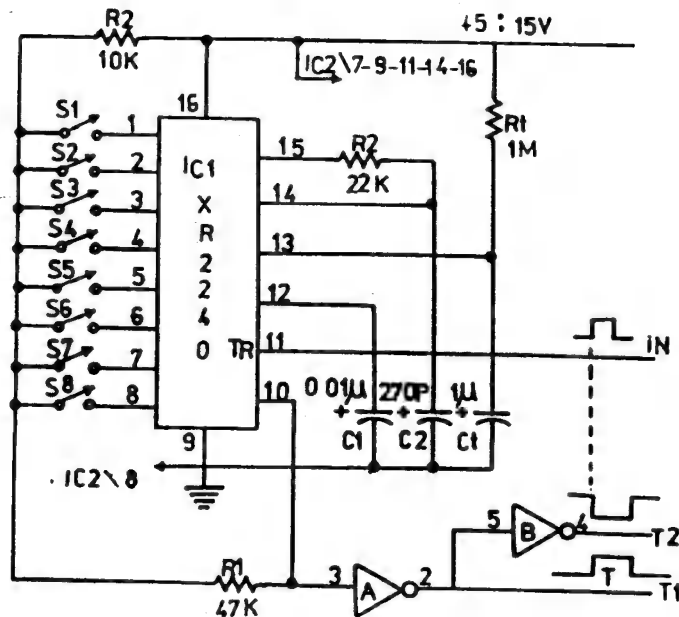
وبالتالى فإن :

$$n = 1 + 2 + 2^2 = 7$$

$$T_B = R_t C_t = 1S$$

$$T = 7 \times 1 = 7 \text{ Sec}$$

فتخرج نبضة منخفضة من المخرج T2، في حين تخرج نبضة عالية من المخرج T1، ويكون زمنها مساويا 7 Sec.



شکل (۱ - ۲۰)

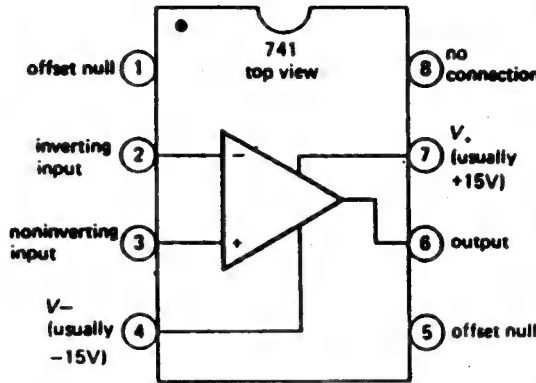
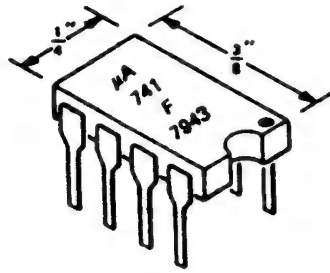
يعتبر مكبر العمليات دائرة متكاملة خطية، ويتميز مكبر العمليات بالقدرة العالية في تكبير إشارات المداخل المستمرة والمتردة. كما أنه يمكن استخدام مكبر العمليات لأداء العديد من الوظائف بمساعدة مجموعة قليلة من العناصر الخارجية.

والشكل (١ - ٢١) يبين نموذجاً لمكبر عمليات طراز 741 وكذلك مسقطاً أفقياً لأطرافه موضحاً عليه وظيفة كل منها.

ويلاحظ وجود تجويف نصف دائري على أحد جانبي مكبر العمليات الذي يعتبر بمثابة الدليل للتعرف على ترتيب أرجل المكبر حيث إن الرجل الأولى للمكبر تعتبر هي أعلى رجل على اليسار من الدليل، ويكون ترتيب الأرجل بعد ذلك في اتجاه عكس عقارب الساعة على التوالي.

التعريف بأرجل مكبر

العمليات :



1,5 ضبط الخرج عند الصفر

2 المدخل العاكس

3 المدخل غير العاكس

4 طرف التغذية السالب

6 طرف الخرج

7 طرف التغذية الموجب

8 طرف لا يوصل NC

وسوف نتناول عمل مكبر

العمليات كمقارن للجهد،

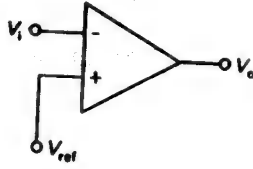
حيث يعرض الشكل (١ -

٢٢) دائرة مقارن جهد بسيط

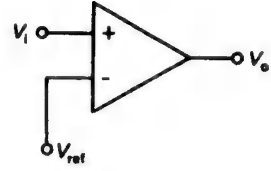
في (أ) مقارن غير عاكس، وفي

(ب) مقارن عاكس .

شكل (١ - ٢١)



ب

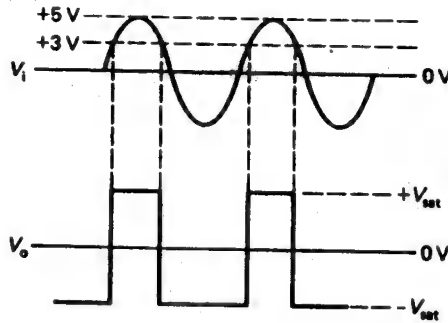


أ

شكل (٢٢ - ١)

ونظرية عمل المقارن غير العاكس يمكن إيضاحها ببساطة في أنه لو كان الدخل على الطرف غير العاكس (+) للمكبر عبارة عن موجة جيبية جهدها $V_{max}=5V$ ، ووصل على الطرف العاكس (-) بطارية جهدها $+3V$ فإن خرج المكبر يكون عبارة عن جهد التشبع الموجب للمكبر $+V_{sat}$ (جهد المصدر الموجب) ذلك عندما يكون جهد الدخل على الطرف غير العاكس أكبر من $+3V$. في حين أنه عندما يكون الجهد على الطرف غير العاكس للمكبر أقل من $+3V$ فإن خرج المكبر يكون عبارة عن جهد التشبع السالب $-V_{sat}$ ويساوى جهد المصدر السالب تقريباً .

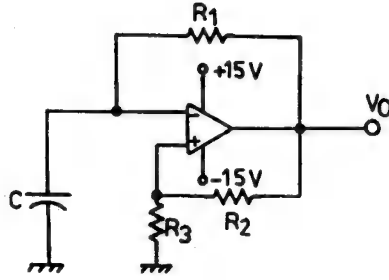
والشكل (٢٣ - ١) يوضح ذلك .



شكل (٢٣ - ١)

أولاً: مولدات الموجة المربعة.

الشكل (١-٢٤) يعرض دائرة مولد موجة مربعة. حيث يعمل المكبر A كمكبر فرقى فعند توصيل التيار الكهربى للدائرة يكون جهد المدخل العاكس (-) فى بادئ



الأمر مساوياً 0V، ويكون جهد المدخل

غير العاكس (+) أعلى من 0V نتيجة

لمرور التيار الانحيازى عبر المقاومة R3

فيصبح خرج المكبر +Vsat ويبدأ

المكثف C فى الشحن عبر R1 كما

يصبح جهد المدخل غير العاكس (+)

مساوياً جهد العتبة VT والذي يأتى من

العلاقة:

$$V_T = +V_{sat} \left(\frac{-R_3}{R_2 + R_3} \right) \quad (1-22)$$

شكل (١-٢٤)

وعندما يصبح جهد المدخل العاكس (-) أكبر من جهد المدخل غير العاكس

(+) والذي يساوى جهد العتبة VT فى هذه الحالة يصبح خرج المكبر -Vsat،

وتباعاً يصبح جهد المدخل غير العاكس (+)، مساوياً -VT حيث يبدأ المكثف C

فى تفريغ شحنته ثم الشحن فى الاتجاه المعاكس وعند وصول الجهد على المكثف C

إلى أقل من -VT يصبح خرج المكبر +Vsat وتكرر دورة التشغيل ويمكن حساب

تردد الخرج من العلاقة التالية:

$$F = 1/2R_1C \text{ HZ} \quad (1-23)$$

وذلك عندما يكون:

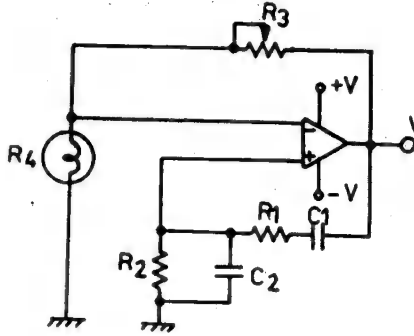
$$R_3 = 0.86 R_2$$

ثانياً: مولدات الموجة الجيبية

يعتبر مذبذب قنطرة وين wien والذي يركز على مكبر العمليات من أهم

مولدات الموجة الجيبية. والشكل (١-٢٥) يعرض مذبذب قنطرة وين wien.

حيث نلاحظ أن R_3, R_4 يمثلان ذراعان من قنطرة وين، في حين أن الذراع الثالث يمثل R_1, C_1 والذراع الرابع يمثل R_2, C_2 . وتوفر المقاومتان R_3, R_4 مسار التغذية المرتدة السالبة عند جميع الترددات، في حين أن R_1, C_1, R_2, C_2 مجتمعة توفر مسار التغذية المرتدة الموجبة.



شكل (١ - ٢٥)

وعادة تكون R_4 عبارة عن مصباح متوهج للمحافظة على جهد خرج ثابت، ذلك لأن المصباح ذا الفتيلة (المتوهج) عبارة عن مقاومة لها معامل حراري موجب (PTC)، حيث تزداد مقاومة الفتيلة المصباح بزيادة درجة الحرارة. أى بزيادة جهد الخرج تزداد مقاومة المصباح وعليه يزداد جهد التغذية المرتدة السالبة فيقل جهد الخرج والعكس بالعكس.

ويمكن حساب تردد المذبذب من العلاقة:

$$F = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \text{ HZ} \quad (1-24)$$

كما يمكن التحكم فى جهد الخرج باستخدام المقاومة المتغيرة R_3 .

١ / ٦ - مصادر القدرة المنتظمة

تستخدم أكثر الأجهزة الإلكترونية مصادر القدرة الخطية والتي تتكون من:

١ - مصدر قدرة غير منتظم.

٢ - منظم جهد.

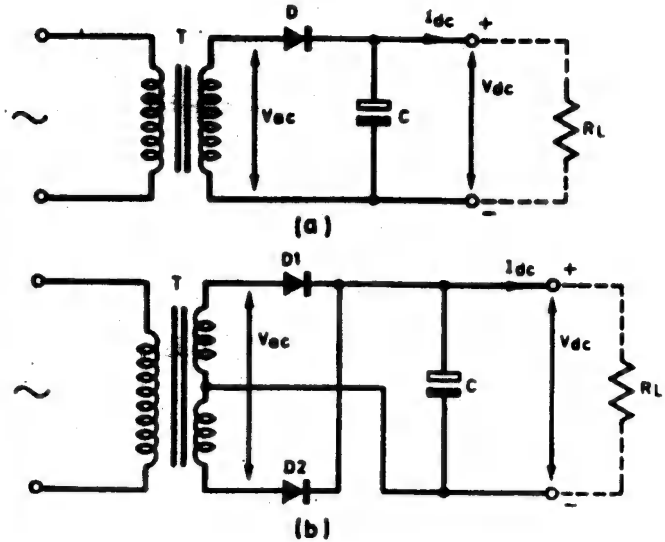
ويتكون مصدر القدرة غير المنتظم من:

- محول خافض لجهد مصدر التيار المتردد

- دائرة توحيد لتوحيد التيار المتردد

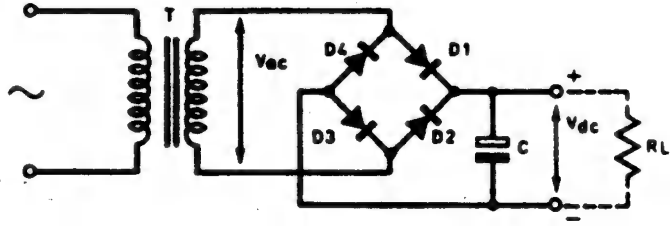
- مرشح (مكثف) للحصول على خرج مستمر بدون ذبذبات .

والشكل (١ - ٢٦) يعرض ثلاث دوائر لمصادر القدرة غير المنتظمة والتي تختلف فيما بينها في دائرة التوحيد المستخدمة في كل منها . فيتم التوحيد في (أ) بواسطة موحد D . أما في (ب) فيتم التوحيد بواسطة الموحدين $D1, D2$.



شكل (١ - ٢٦) أ، ب

أما الشكل (١ - ٢٦) جـ فيتم استخدام قنطرة توحيد تتكون من $D1:D4$.



شكل (١ - ٢٦) ج

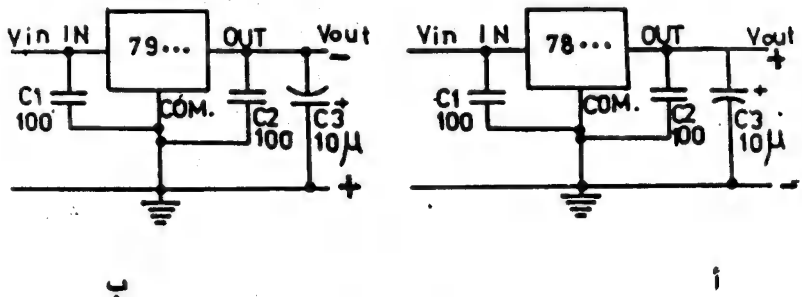
كما أن هناك ثلاثة أنواع من الدوائر المتكاملة لمنظمات الجهد وهي:

١ - منظمات الجهد ذات الخرج الثابت غير القابل للمعايرة، ومن أمثلة هذا النوع من المنظمات عائلة 78.. وعائلة 79..

٢ - منظمات الجهد ذات الخرج القابل للمعايرة، ومن أمثلة هذا النوع من المنظمات الدوائر 317K و 338K.

٣ - منظمات الجهد ذات جهد خرج قابل للمعايرة وتيار خرج أقصى قابل للمعايرة كمثال الدائرة المتكاملة L200C.

والشكل (١ - ٢٧) يبين طريقة توصيل كل من العائلة 78.. و 79..، ففي (أ) يمكن الحصول على جهد خرج +5V بتيار 1A إذا تم استخدام الدائرة المتكاملة 7805، وفي (ب) يمكن الحصول على جهد خرج 12V - بتيار 1A باستخدام الدائرة المتكاملة 7912.



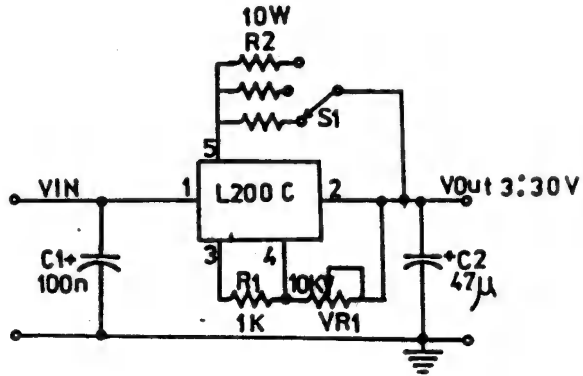
شكل (١ - ٢٧)

كما يبين الشكل (١ - ٢٨) طريقة توصيل الدائرة المتكاملة L200C .

والعلاقات التالية توضح جهد الخرج وتيار الخرج الأقصى I_{out} و V_{out} لهذه الدائرة .

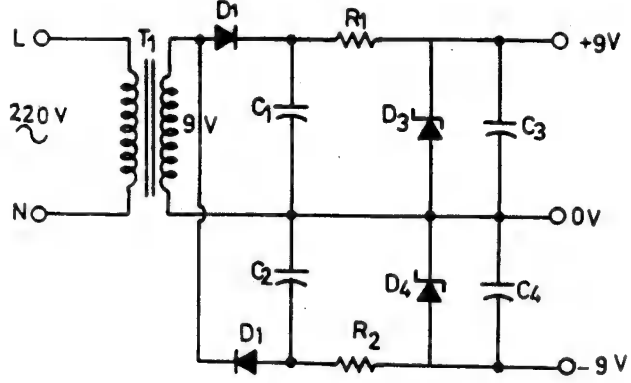
$$V_{out} = 2.77 \left(1 + \frac{VR_1}{R} \right) \quad V \quad (1-25)$$

$$I_{out} = \frac{0.45}{R_2} \quad A \quad (1-26)$$



شكل (١ - ٢٨)

وتحتاج مكبرات العمليات القياسية لمصادر قدرة مزدوجة لها جهود تتراوح ما بين $(\pm 5: \pm 20V)$ وأكثر الجهود المتعارف عليها هي $\pm 15V$ والشكل (١ - ٢٩) يعرض مصدر قدرة مزدوج ومنتظم يعطى جهد خرج $(+9V, 0V, -9V)$.

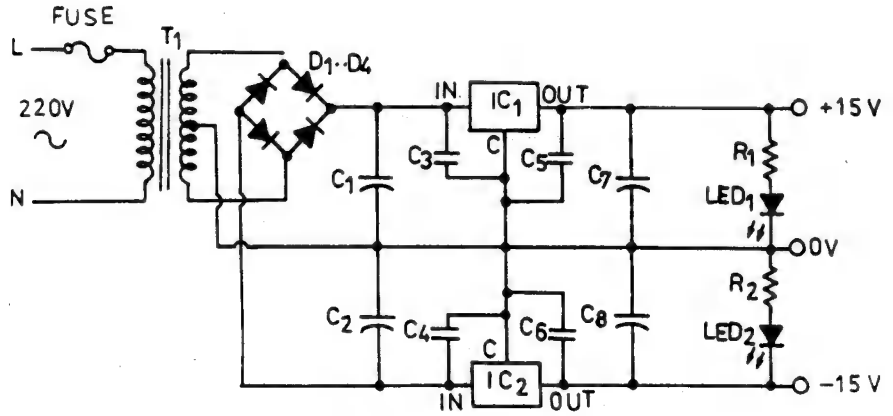


شكل (١ - ٢٩)

عناصر الدائرة:

R_1, R_2	مقاومة $120 \Omega/5W$
C_1, C_2	مكثف كيميائي $100\mu F-25V$
C_3, C_4	مكثف كيميائي $470\mu F-16V$
D_1, D_2	موحد سليكوني طراز EM 400S
D_3, D_4	موحد زينر طراز BZX70
T_1	محول خافض $220V/9V-1A$

والشكل (١ - ٣٠) يعرض مصدر قدرة منتظم لمكبرات العمليات القياسية يعطى الجهود الآتية $(15, 0, -15)V$ وتياراً أقصى $1A$.



شكل (١ - ٣٠)

عناصر الدائرة :

R1, R2	مقاومة كربونية 1.2 K Ω
C1, C2	مكثف كيميائي 4700 μ F-40V
C3: C6	مكثف سيراميكي (قرص) 100 nF
C7,C8	مكثف كيميائي 10 μ F - 40V
D1:D4	موحد سيليكوني طراز 1N 5401
IC1	دائرة متكاملة (منظم جهد) طراز 7815
IC2	دائرة متكاملة (منظم جهد) طراز 7915
T1	محول خافض بنقطة منتصف 1A - 220/(18-0-18)
FUSE	مصهر بالقاعدة 50 mA
LED1, LED2	موحد باعث للضوء (قياسي) 10mA
مشنت حراري لمنظمات الجهد سمك 2mm - (1.5 X 1 cm)	

الباب الثانى

العناصر الإلكترونية

المستخدمة فى الدوائر الإلكترونية

العناصر الإلكترونية

المستخدمة فى الدوائر الإلكترونية

١ / ٢ - المقاومات Resistors

تعتبر المقاومات من أهم العناصر المستخدمة فى الدوائر الإلكترونية وتصنع المقاومات من مواد مختلفة علماً بأن نوع مادة المقاومة يحدد الخواص الفنية لها.

وتنقسم المقاومات بصفة عامة إلى :

١ - مقاومات خطية Linear Resistors .

٢ - مقاومات غير خطية Non Linear Resistors .

١ / ١ / ٢ - المقاومات الخطية :

وهى المقاومات التى تخضع لقانون أوم مثل :

أ - مقاومات بنقطة تفرع Topped Resistors وهذه المقاومات تتيح فرص الحصول على مقاومات مختلفة من نقاط تفرعها .

ب - الريوستات Rheostat وهى مقاومات متغيرة بطرفين حيث تتغير المقاومة بين طرفيها بتغير وضع ذراع ضبطها .

ج - مجزئ الجهد Potentiometer ويكون له ثلاثة أطراف 3 و 2 و 1، بحيث إن المقاومة بين الطرفين 3 و 1 تمثل المقاومة الكلية للمجزئ وهى ثابتة ولا تتغير بتغير وضع ذراع ضبط المجزئ وتساوى مجموع المقاومة بين الطرفين 2 ، والمقاومة بين الطرفين 3 و 2، وهما مقاومتان متغيرتان يتغيران تبعاً لتغير وضع ذراع ضبط المجزئ .

د - المقاومات الثابتة القيمة . ويوجد عدة طرق لتشفير قيمة المقاومة الثابتة وهى كما يلى :

١ - طريقة التشفير الحرفية:

(الطريقة الإنجليزية) حيث تستخدم الأحرف التالية كمضاعفات:

$$M = 10^6$$

$$K = 10^3$$

$$R = 1$$

والحروف التالية لبيان التفاوت:

$$F = \pm 1\%, G = \pm 2\%, J = \pm 5\%, K = \pm 10\%, M = \pm 20\%$$

فمثلاً:

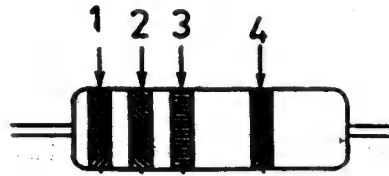
المقاومة 100 RK تعنى مقاومة $100 \Omega \pm 10\%$.

والمقاومة 10 K 2 G تعنى مقاومة $10.2 K \Omega \pm 2\%$.

والمقاومة 1 M 3 K تعنى مقاومة $1.3 M \Omega \pm 10\%$.

٢ - طريقة التشفير بالألوان:

وتستخدم هذه الطريقة مع المقاومات الصغيرة، والتي تتراوح قدرتها ما بين، (0.25:2W) ويرسم على المقاومة أربع أو خمس حلقات ملونة قريبة من أحد جانبيها، وعادة ترقم هذه الحلقات الملونة من اليسار إلى اليمين وهذا موضح بالشكل (١ - ٢).



شكل (١ - ٢)

فبالنسبة للمقاومات ذات الأربع حلقات الملونة فإن:

الحلقة الأولى: تعطى الرقم الأول.

الحلقة الثانية: تعطى الرقم الثانى.

الحلقة الثالثة: تعطى المضاعف أو الجزء.

الحلقة الرابعة: تعطى التفاوت.

وبالنسبة للمقاومات ذات الخمس حلقات الملونة فإن:

الحلقة الأولى: تعطى الرقم الأول.

الحلقة الثانية: تعطى الرقم الثانى.

الحلقة الثالثة: تعطى الرقم الثالث.

الحلقة الرابعة: تعطى المضاعف أو الجزء.

الحلقة الخامسة: تعطى التفاوت.

والجدول (٢ - ١) يعطى مدلول الألوان المختلفة للحلقات المختلفة

الجدول (٢ - ١)

اللون	أسود	بنى	أحمر	برتقالى	أصفر	أخضر	أزرق	بنفسجى	رمادى	أبيض	ذهبى	فضى	مدلول
الرقم	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	-	-
المضاعف أو الجزء	1	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	0.1	0.01	-
التفاوت كنسبة مئوية	-	± 1	± 2								± 5	± 10	

فمثلاً: إذا كانت ألوان الحلقات الأربعة لمقاومة كربونية:

الحلقة الأولى: بنى ويكافئ 1.

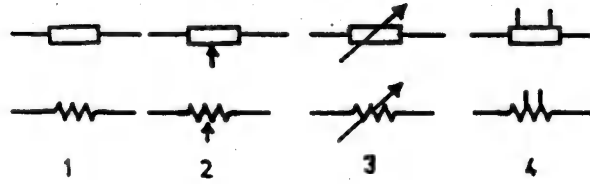
الحلقة الثانية: أسود ويكافئ 0.

الحلقة الثالثة: أزرق ويكافئ 10^6 .

الحلقة الرابعة: ذهبى ويكافئ $\pm 5\%$.

فإن قيمة المقاومة يساوى $10 \times 10^6 \pm 5\%$ أى $(10 \text{ M } \Omega \pm 5\%)$.

وفيما يلي الرموز الكهربائية للمقاومات الخطية، حيث إن الرمز 4 لمقاومة بنقطتي تفرع، والرمز 2 لريوستات، والرمز 3 لمجزي جهد، والرمز 1 لمقاومة ثابتة.



٢ / ١ / ٢ - المقاومات غير الخطية

وهي مقاومات لا تخضع لقانون أوم لأن قيمتها تتغير تبعاً لمؤثرات خارجية مثل:

أ - المقاومة الحرارية Thermistor وهناك نوعان من المقاومات الحرارية وهما:

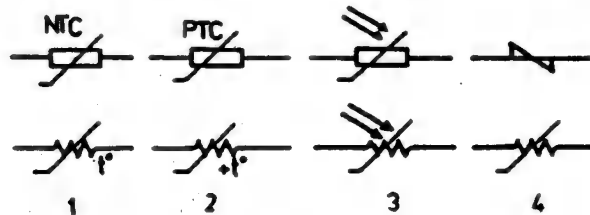
- المقاومة الحرارية P. T. C وهي مقاومة تزداد قيمتها بزيادة درجة حرارتها.

- المقاومة الحرارية N. T. C وهي مقاومة تقل قيمتها بزيادة درجة حرارتها.

ب - المقاومة الضوئية (حساسة للضوء) L. D. R وتقل مقاومتها عند تعرضها للضوء من عدة ميجا أوم في الظلام إلى عدة مئات من الأوم في ضوء النهار.

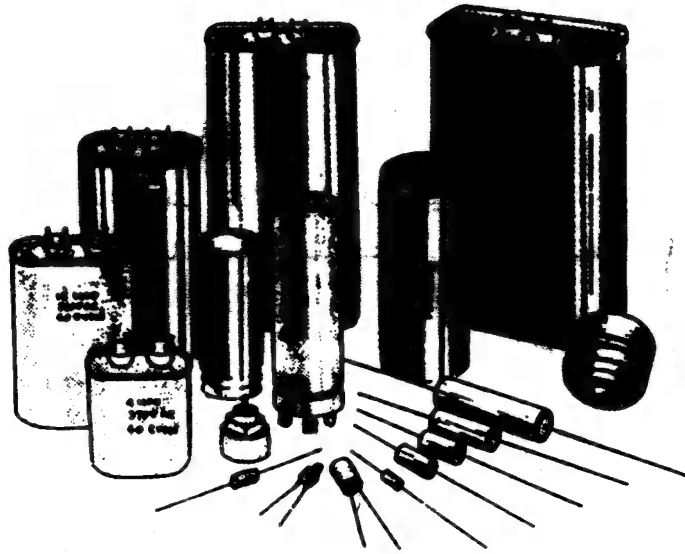
ج - مقاومة معتمدة على الجهد V. D. R، وتقل قيمتها بزيادة الجهد المسلط عليها.

وفيما يلي رموز هذه المقاومات. الرمز 1 لمقاومة ذات معامل حراري سالب N.T.C، والرمز 2 لمقاومة حرارية ذات معامل حراري موجب P. T. C، والرمز 3 لمقاومة ضوئية LDR، والرمز 4 لمقاومة تعتمد على الجهد V. D. R.



يقوم المكثف بتخزين الشحنة الكهربائية أثناء تعرضه لفرق جهد بين طرفيه، وتتوقف عملية الشحن عندما يتساوى الجهد المتشكل على أطرافه مع جهد المصدر. ويقوم المكثف بتفريغ شحنته عند انخفاض جهد المصدر عن فرق الجهد بين طرفي المكثف أو انعدامه، ويسمى المكثف عادة تبعاً لنوع العازل المستخدم فيه مثل: الورق والميكا والسيراميك والمحاليل الكيميائية... إلخ.

والشكل (٢ - ٢) يعرض أشكالاً مختلفة للمكثفات.

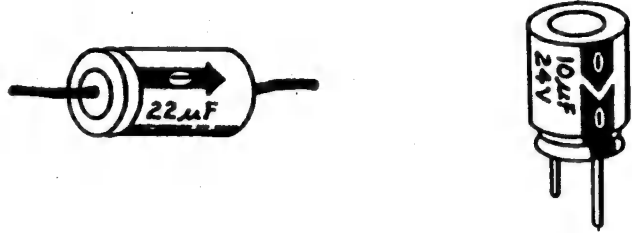


شكل (٢ - ٢)

يوجد عدة طرق لتشفير المعلومات الفنية للمكثفات تختلف باختلاف نوع المكثف أهمها:

- ١ - طريقة العرض المباشر، حيث تكتب المعلومات الفنية مباشرة على الغلاف المعدني للمكثف الكيميائي فتكتب سعة المكثف بالميكروفاراد (μF)، وجهد التشغيل بالفولت (V)، وكذلك توضع قطبية أحد أطراف المكثف سواء الطرف

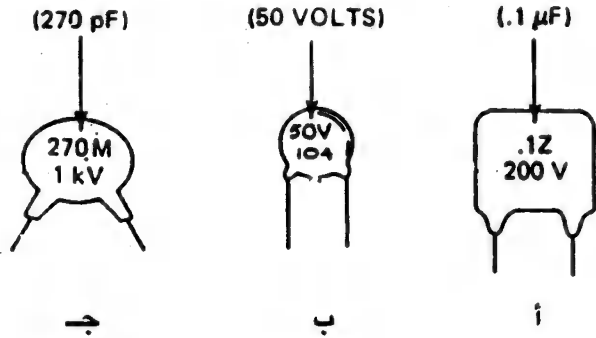
الموجب (+)، أو الطرف السالب (-)، وهذا موضح بالشكل (٢ - ٣)، حيث توضع إشارة حمراء عند القطب الموجب أو سوداء أو زرقاء عند القطب السالب.



شكل (٢ - ٣)

٢ - طريقة التشفير الحرفية:

وتستخدم هذه الطريقة مع المكثفات الصغيرة التي تكون على شكل قرص Disc، حيث يكتب عليها السعة وجهد التشغيل بأكواد مبسطة كما بالشكل (٢ - ٤).



شكل (٢ - ٤)

فالسعات تكتب بأكواد حرفية فالحرف Z يعنى ميكروفاراد μF

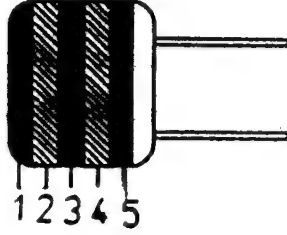
والحرف M يعنى بيكوفاراد PF

فالشكل (أ) مكثف سعته 0.1Z، أى $0.1 \mu F$ ، والشكل (ج) مكثف سعته 270M أى مكثف سعته 270 PF.

٣ - طريقة التشفير العددية:

ويستخدم فيها ثلاثة أعداد، حيث يمثل العدد الثالث عدد الأصفار بعد العددين الأول والثاني، ففي الشكل (٢ - ٤) ب مكثف سعته يعبر عنها بالشفرة 104 أى 10.0000PF، أما الجهد فيكتب مباشرة على المكثف.

٤ - طريقة التشفير بالألوان:



حيث يرسم عدة شرائط ملونة على غلاف المكثف. كما بالشكل (٢ - ٥) وتستخدم هذه الطريقة مع المكثفات البولي إستر الراتنجية.

Resin Dipped Polyester Capacitor.

والجدول (٢ - ٢) يبين مدلول الألوان المختلفة للشرائط المختلفة.

شكل (٢ - ٥)

الجدول (٢ - ٢)

اللون	أسود	بنى	أحمر	برتقالى	أصفر	أخضر	أزرق	بنفسجى	رمادى	أبيض
الشريط الأول والثانى الرقم المقابل	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
الشريط الثالث المضاعف				10^3	10^4	10^5				
الشريط الرابع التفاوت	$\pm 20\%$									$\pm 10\%$
الشريط الخامس الجهد المستمر			250V		400V					

مثال:

إذا كان لون الشريط الأول بنياً يكافئ 1

الشريط الثانى أسود يكافئ 0

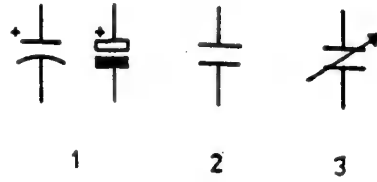
الشريط الثالث برتقالياً يكافئ 10^3

الشريط الرابع أسود يكافئ $\pm 20\%$

الشريط الخامس أحمر يكافئ 250 VDC

أى أن سعة المكثف تصبح مساوية $10^4 \text{ PF} = 10 \times 10^3$ مع تفاوت مقداره $\pm 20\%$ وجهد تشغيل مستمر يساوى 250 DC.

وفيما يلى رموز المكثفات فالرمز 1 لمكثف كيميائى، والرمز 2 لمكثف عادى والرمز 3 لمكثف متغير السعة.



٢ / ٣ - عناصر متنوعة

سنتناول مجموعة من العناصر التى كثيراً ما تستخدم فى الدوائر الإلكترونية مثل: المصهرات، المفاتيح، الضواغط، ريليهات التحكم، المحولات.

٢ / ٣ / ١ - المصهرات Fuses

يتم حماية الدوائر الإلكترونية عادة من الزيادة المفرطة للتيار الكهربى عند حدوث قصر بالدائرة أى عند تلامس الطرف الموجب + مع الطرف السالب - أو مع أرضى الدائرة، وذلك باستخدام المصهرات.

وتكون المصهرات عادة على شكل أنبوبة مصنوعة من الزجاج أو السيراميك لها قاعدتان معدنيتان متصلتان معاً من الداخل بسلك رفيع من النحاس أو الرصاص. وهذا السلك مصمم لكى ينقطع عند زيادة قيمة التيار المار بالمصهر

عن الحد المقتن للمصهر بقيمة كبيرة. وهناك أنواع متعددة من المصهرات حسب سرعة فصلها وفيما يلي الأنواع المختلفة للمصهرات حسب سرعة فصلها:

١ - مصهرات سريعة الفصل بدرجة كبيرة [Supper quick Acting (FF)]، وتستخدم لحماية العناصر الإلكترونية المصنوعة من أشباه الموصلات، ويرمز لها بالرمز FF والجدول (٢ - ٣) يبين خواص هذا النوع.

الجدول (٢ - ٣)

شدة التيار	1.2 In	2 In	2.75 In	4 In	10 In
أدنى زمن للفصل	60 min	10 ms	4 ms	2 ms	-
أقصى زمن للفصل	-	2 S	50 ms	15 ms	2 ms

حيث إن:

In التيار المقتن للمصهر.

min دقيقة.

S ثانية.

Ms ملى ثانية.

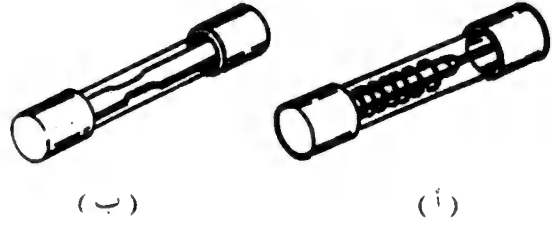
٢ - مصهرات سريعة الفصل (F) quick acting .

٣ - مصهرات تتحمل قفزات التيار المفاجئة (T) Anti - Surge .

وهي تتحمل تياراً يساوى 10 مرات التيار المقتن لها بدون أن تنهار، وذلك خلال فترة زمنية تساوى 20 ms وتستخدم لحماية المحولات.

والشكل (٢ - ٦) يعرض نموذجاً لمصهر نوع T (١) وآخر لمصهر سريع الفصل

(ب).



شكل (٢ - ٦)

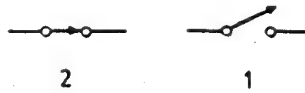
وفيما يلي الرمز الكهربى للمصهرات:



٢ / ٣ / ٢ - المفاتيح اليدوية Switches

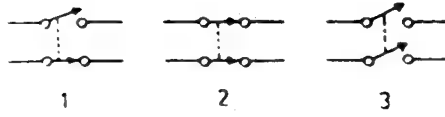
تعد المفاتيح اليدوية وسيلة الوصل والفصل اليدوية فى الدوائر الإلكترونية، ويوجد أنواع مختلفة للمفاتيح تبعاً لوظيفتها مثل:

١ - مفتاح قطب واحد سكة واحدة (SPST)، وهذا المفتاح يحتوى على ريشة واحدة إما مغلقة أو مفتوحة فعند تشغيل المفتاح تفتح ريشته المغلقة N. C أو تغلق ريشته المفتوحة (N. O). وفيما يلي رمز مفتاح SPST بريشة مفتوحة N. O الرمز (1) وبريشة مغلقة الرمز (2).



٢ - مفتاح قطبين سكة واحدة (DPST) وهذا المفتاح يحتوى على ريشتين مفتوحتين 2 N.O أو مغلقتين 2 N. C أو أحدهما مفتوحة والأخرى مغلقة (N.O + N.C). وعند تشغيل هذا المفتاح يدوياً تنعكس حالة ريش المفتاح

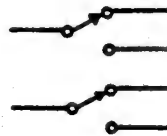
فتغلق الريشة المفتوحة N. O، وتفتح الريشة المغلقة N. C. وفيما يلي رمز المفتاح DPST بريشتين مفتوحتين 2 N. O (1) وبريشتين مغلقتين 2 N. C (2) وبريشة مفتوحة وأخرى مغلقة N. O + N. C (3).



٣ - مفتاح قطب واحد سكتين (SPDT)، وهذا المفتاح له ريشة قلاب C. O، ويكون للمفتاح ثلاثة أطراف أحدهما مشتركا، والثاني مفتوحا، والثالث مغلقا، وعند تشغيل هذا المفتاح تنعكس حالة هذا المفتاح فيغلق الطرف المفتوح، ويفتح الطرف المغلق، وفيما يلي رمز المفتاح (SPDT):



٤ - مفتاح قطبين سكتين (DPDT)، وهذا المفتاح مزود بريشتين قلاب كالتى فى المفتاح (SPST)، وفيما يلي رمز هذا المفتاح:



علماً بأن الأنواع الأربعة السابقة تتواجد فى عدة صور تبعاً لطريقة تشغيلها مثل:

١ - مفتاح بذراع يدوى Toggle Switch.

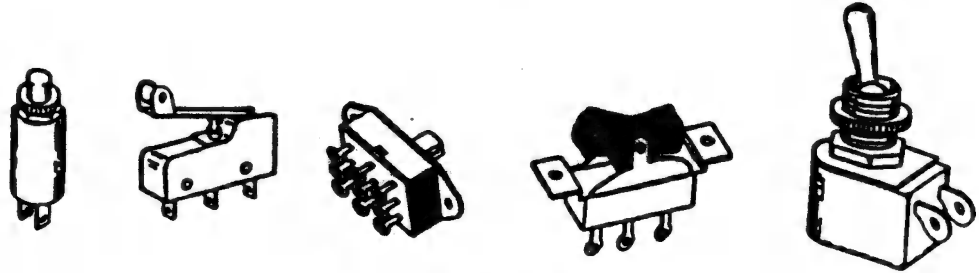
ب - مفتاح قلاب Rocker Switch .

ج - مفتاح منزلق Slide Switch .

د - مفتاح نهاية مشوار Limit Switch .

هـ - مفتاح انضغاطى Push button Switch .

ويتم تشغيل هذه الأنواع عادة باليد ما عدا مفتاح نهاية المشوار فيتم تشغيله بدفعه بجسم متحرك أو كاماة متحركة . والشكل (٢ - ٧) يوضح صوراً توضيحية لهذه الأنواع بالترتيب من اليمين إلى اليسار .



شكل (٢ - ٧)

٥ - مفاتيح الاختيار ذات المواضع المتعددة :

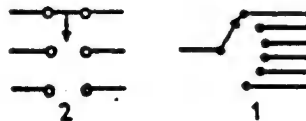
وهذه المفاتيح تحتوى على قطب واحد أو أكثر، ويكون لها عدة أوضاع تشغيل، وهناك نوعان من هذه المفاتيح تبعاً لطريقة تشغيلها مثل :

المفاتيح الدوارة Rotary Switches، وهذه المفاتيح لها يد تشغيل دوارة .

والمفاتيح المنزلقة Slide Switches، والمفاتيح الدوارة العاملة بالمفك .

Dip Rotary Switches . وفيما يلى رمز لمفتاح اختيار دوار بستة مواضع (1)، ورمز

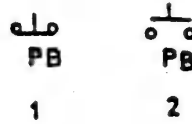
لمفتاح اختيار منزلق بثلاثة مواضع (2) .



٢ / ٣ / ٣ - الضواغط Push buttons

هناك فرق جوهري بين الضاغط والمفتاح الانضغاطي فالأول تتغير حالة ريشه فالمغلقة تصبح مفتوحة والمفتوحة تصبح مغلقة أثناء الضغط على زرّها فقط أما المفتاح الانضغاطي فتتغير حالة ريشه أى تصبح الريشة المغلقة مفتوحة، والريشة المفتوحة مغلقة عند الضغط عليها، ويظل كذلك إلى أن يتم الضغط عليها مرة أخرى فتعود الريشة لحالتها الطبيعية.

وفيما يلي رمز لضاغط بريشة مفتوحة (2) وآخر بريشة مغلقة (1):



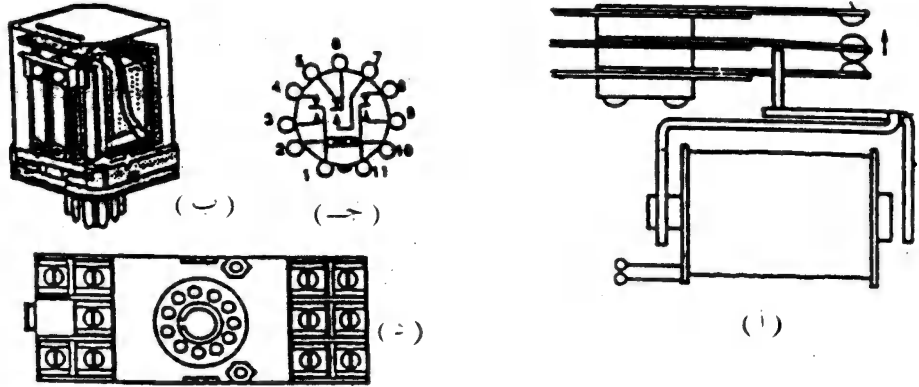
٢ / ٣ / ٤ - ريليات التحكم Control Relays

الريلاي هو وسيلة كهرومغناطيسية لوصل وفصل الدوائر الإلكترونية، والشكل (٢ - ٨) أ يعرض التركيب الداخلى لأحد الريليات الكهرومغناطيسية. فعند وصول التيار الكهربى للملف يتكون مجال مغناطيسى يكون قادراً على جذب القلب المغناطيسى فتقوم الحافظة بتغيير وضع ريشة التلامس للريلاي فتصبح الريشة المفتوحة مغلقة، والعكس بالعكس، ولكن بمجرد انقطاع التيار الكهربى عن ملف الريلاي تعود ريشة الريلاي لوضعها الطبيعى.

وهناك نوعان من الريليات:

الأول: يثبت على اللوحة المطبوعة، والتي تثبت عليها العناصر الإلكترونية.

والثانى: يثبت على قاعدة تثبيت. والشكل (٢ - ٨) ب يعرض نموذجاً لأحد ريليات التحكم، والشكل (٢ - ٨) ج يعرض مسقطاً أفقياً للريلاي يبين نقاط توصيله، والشكل (٢ - ٨) د يعرض مسقطاً أفقياً لقاعدة الريلاي.



شكل (٢ - ٨)

ويلاحظ من مخطط أطراف التوصيل للريلاى الشكل (٢ - ٨) ب أن هذا الريلاى يحتوى على ثلاث ريش قلاب .

1, 3, 4

فأطراف الريشة القلاب الأولى

5, 6, 7

وأطراف الريشة القلاب الثانية

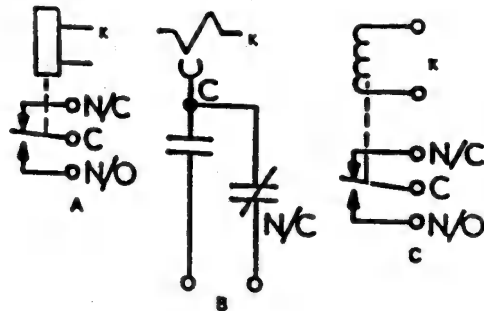
8, 9, 11

وأطراف الريشة القلاب الثالثة

2,10

وأطراف الملف هى

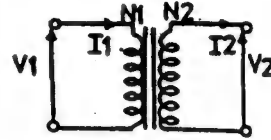
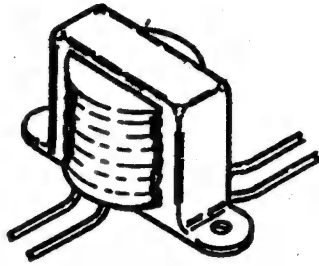
وفيما يلى الرموز المختلفة للريليهات :



٢/٣/٥ - المحولات Transformers

المحولات هي أجهزة تقوم بخفض أو رفع الجهد المتردد وتستخدم المحولات في بناء مصادر التيار المستمر، وذلك بخفض الجهد المتردد من 220 V, 120 V إلى الجهد المطلوب. وتستخدم المحولات أيضاً في دوائر إشعال الثايرستور والترياك وللمحولات استخدامات أخرى متعددة في الدوائر الإلكترونية.

ويتكون المحول في العادة من ملفين أحدهما يسمى بالملف الابتدائي، والثاني يسمى بالملف الثانوي، والشكل (٢ - ٩) يعرض نموذجاً لأحد المحولات، والدائرة المكافئة لمحول له ملف ابتدائي عدد لفاته N_1 ، ومسقط عليه جهد متردد V_1 ، ويمر به تيار I_1 ، وملفه الثانوي عدد لفاته N_2 ، ويمر به تيار I_2 ، والجهد على طرفيه V_2 .



شكل (٢ - ٩)

والمعادلة 2.1 تسمى بالمعادلة العامة للمحولات.

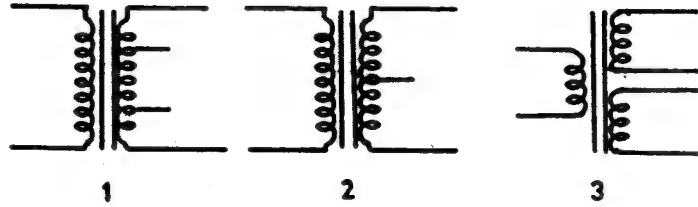
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \rightarrow 2.1$$

ويختار المحول عادة تبعاً للجهود المطلوبة للملف الابتدائي والثانوي، وكذلك تبعاً لسعة المحول (VA) والتي تعطى بالمعادلة 2.2.

$$VA = V_2 I_2 = V_1 I_1 (VA) \rightarrow 2.2$$

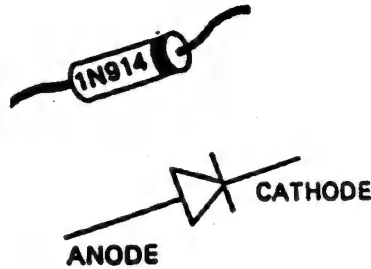
وبعض المحولات تحتوى على أكثر من ملف ثانوي للحصول على أكثر من جهد من الجانب الثانوي والآخر يحتوى على ملف ثانوي بنقطة منتصف أو أكثر.

وفيما يلي رموز بعض أنواع من المحولات فالرمز 1 لمحول بعدة نقاط تفرع، والرمز 2 لمحول بملف ثانوى بنقطة منتصف (نقطة تفرع) والرمز 3 لمحول بملفين ثانويين.



٢ / ٤ - الموحدات Diodes

يتكون الموحد من وصلة ثنائية P - N مصنوعة من أشباه الموصلات مثل السليكون (Si) أو الجرمانيوم (Ge)، ويتواجد الموحد فى الأسواق على شكل أسطوانة مرسوم عليها شريط ملون على أحد جانبيها للدلالة على مكان المادة السالبة N، والتي تمثل المهبط Cathode أما الجانب الآخر فيمثل المادة الموجبة P والتي تمثل المصعد Anode والشكل (٢ - ١٠) يعرض نموذجاً لثنائى صغير طراز 1N914 ورمزه.



شكل (٢ - ١٠)

ويعتبر الموحد فى الوضع الطبيعى كمفتاح مفتوح وبمجرد تعريضه لانحياز أمامى Forward bias أى ارتفاع جهد المصعد A عن جهد المهبط K بمقدار 0.7V فى حالة الموحد السليكونى يصبح كمفتاح مغلق،

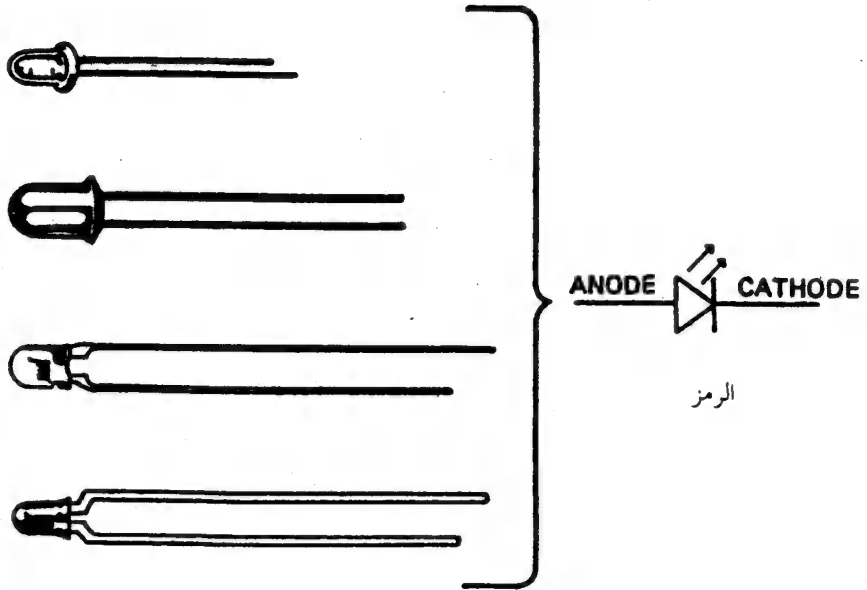
ويكون اتجاه مرور التيار الكهربى من المصعد للمهبط، ويقال إن الموحد فى حالة وصل ON. أما عند تعريض الموحد لانحياز عكسى Reverse bias أى تعريض المهبط K لجهد موجب بالنسبة لجهد المصعد A يمر تيار صغير جداً يسمى بتيار التسرب، ويعمل الموحد كمفتاح مفتوح، ويقال إن الموحد فى حالة قطع OFF.

والجدير بالذكر أن موحد السليكون يوصل عند جهد أمامى 0.7 V بينما يوصل

موحد الجيرمانيوم عند جهد أمامي 0.3 V . لذلك يقال إن فقد الجهد في موحد السليكون عندما يكون منحازاً أمامياً مساوياً 0.7 V تقريباً في حين أن فقد الجهد في موحد الجيرمانيوم عندما يكون منحازاً أمامياً يساوي 0.3 V تقريباً.

٢ / ٤ / ١ - الموحد الباعث للضوء LED

يشبه الموحد الباعث للضوء LED لحد كبير اللمبات الصغيرة ويتواجد بألوان مختلفة وهو يستخدم كلمبة إشارة، والشكل (٢ - ١١) يعرض رمزاً وأشكالاً مختلفة لموحّدات باعثة للضوء.



شكل (٢ - ١١)

لا ينبعث ضوء من LED عادة إلا عندما يكون منحازاً أمامياً بجهد أكبر من 2 V أما عندما يكون LED منحازاً عكسياً فإنه لا يمر تيار، وبالتالي لا يضيء.

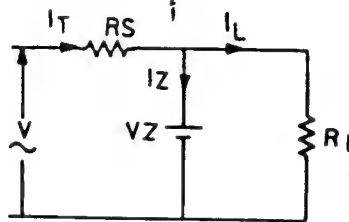
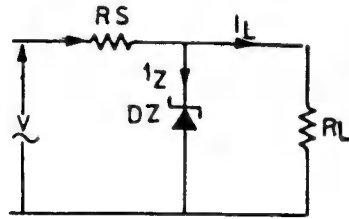
ويوجد ألوان مختلفة من الموحدات الباعثة للضوء مثل الأحمر والأصفر والبرتقالي والأخضر والأزرق، وتعتمد شدة إضاءة LED على شدة التيار المار، والذي يتراوح ما بين $(5: 25 \text{ mA})$. وتوصل مقاومة على التوالي عادة مع LED

لتحديد شدة التيار المار. والجدير بالذكر أنه يوجد ثلاثة أنواع للموحدات الباعثة للضوء الأول: منخفض القدرة وتياره (5 mA)، والثاني: قياسى وتياره (10 mA)، والثالث: عالى القدرة وتياره (20 mA).

٢ / ٤ / ٢ - موحد الزينر Zener Diode:

إن موحد الزينر هو موحد سليكونى له خواص تسمح بإمرار جهد ثابت القيمة فى الانحياز العكسى، وهو يشبه فى الشكل الموحد القياسى.

فعندما يتعرض موحد الزينر لانحياز أمامى Forward bias يعمل كموحد عادى، ويتحول لحالة الوصل ON ويمر التيار الكهربى ويكون فرق الجهد بين طرفيه مساوياً (0.6: 0.7 V) تقريباً. وعند تعريض موحد الزينر لانحياز عكسى Reverse bias فإن موحد الزينر يكون فى حالة قطع فى بادئ الأمر، وبمجرد زيادة الجهد عن جهد الانهيار للموحد يتحول لحالة الوصل، ويمر تيار كبير فيه، ويكون فرق الجهد على طرفى موحد الزينر مساوياً جهد الزينر. ويستخدم موحد الزينر لتنظيم الجهد.



ب

والشكل (٢-١٢) يبين دائرة تستخدم موحد زينر لتنظيم الجهد على أطراف المقاومة RL بحيث لا يزيد الجهد على أطرافها عن V_Z (جهد الزينر) الشكل (أ) أما الشكل (ب) فيعرض الدائرة المكافئة، وذلك باستبدال موحد الزينر ببطارية جهدها يكافئ V_Z ، والجدير بالذكر أن المقاومة RS تستخدم لمنع تعدى التيار المار فى موحد الزينر I_Z الحد المسموح به، والذي يعين من العلاقة.

$$P_Z = I_Z V_Z \rightarrow 2.3$$

شكل (٢-١٢)

حيث إن:

P_Z

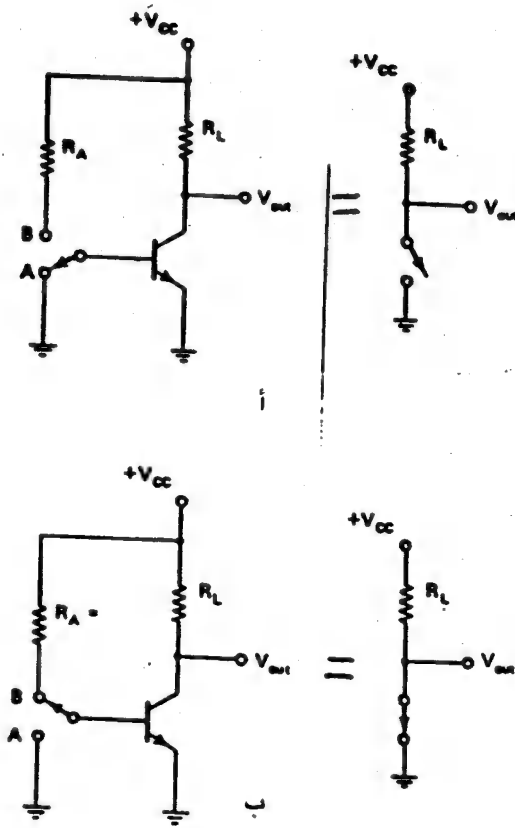
قدرة موحد الزينر والمدونة فى مواصفاته الفنية

I_Z

أقصى تيار يسمح له بالمرور فى موحد الزينر

V_Z

جهد الزينر

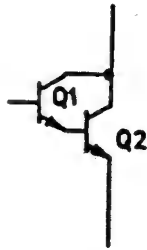


شكل (٢ - ١٤)

والشكل (٢ - ١٤) يوضح فكرة عمل الترانزستور NPN كمفتاح. فعند توصيل قاعدة الترانزستور بالأرضى يعمل الترانزستور كمفتاح في حالة فصل OFF الشكل (أ). وعند توصيل قاعدة الترانزستور بجهد المصدر V_{cc} ليعمل كمفتاح في حالة وصل ON. ويعمل الترانزستور أيضاً كمكبر ويعين معامل كسب التيار Current gain للترانزستور من المعادلة التالية.

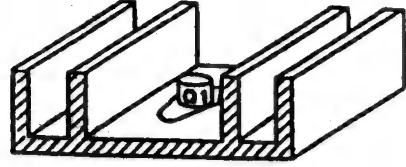
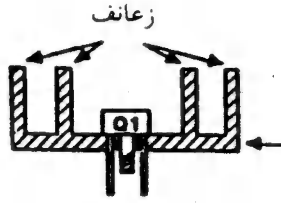
$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \rightarrow 2.4$$

ويساوى معامل كسب التيار β النسبة بين تيار المجمع I_C وتيار القاعدة I_B وتتراوح قيمة β ما بين 300 : 35 والقيمة الطبيعية لها 100. ويمكن زيادة معامل كسب التيار للترانزستور بتوصيل ترانزستورين كما هو مبين بالشكل (٢ - ١٥)، وتسمى هذه التوصيلة بتوصيلة دارلنجتون، ويكون معامل التكبير الكلى مساوياً حاصل ضرب معاملات تكبير Q_1 , Q_2 .



ويوجد ترانزستورات تحتوى على ترانزستورين فى قالب شكل (٢ - ١٥)

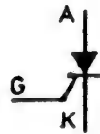
واحد تسمى بترانزستور دارلنجتون. وتستخدم عادة كترانزستورات قدرة وتحتاج لتثبيتها على مشتب حرارى Heatsink لتبريدها كما هو مبين بالشكل (٢ - ١٦).



شكل (٢ - ١٦)

٢ / ٦ - الثايرستور SCR

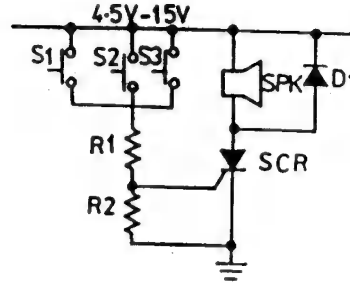
يستخدم الثايرستور كمفتاح في دوائر التيار المستمر، وكموحد في دوائر التيار المتردد، وذلك في الاستخدامات التي تحتاج لتيارات عالية. وللثايرستور ثلاثة أطراف، وهي المهبط K، والمصدر A، والبوابة G. وعند وجود فرق جهد موجب بين البوابة، والمهبط يتحول الثايرستور لحالة الوصل، ويصبح مكافئاً لمفتاح مغلق ويظل على هذا الحال حتى بعد انعدام فرق الجهد بين البوابة، والمهبط إلى أن ينخفض التيار المار فيه عن الحد الأدنى لإبقاء الثايرستور في حالة الوصل، والذي يسمى بتيار الإمساك. وفيما يلي رمز SCR:



والشكل (٢ - ١٧) يبين فكرة عمل الثايرستور لتشغيل سماعة فعند الضغط على أحد الضواغط S1, S2, S3 فإن الجهد +15V سوف يقسم بالتساوي على المقاومتين R1, R2 لأنهما متساويتان، وبالتالي يصبح فرق الجهد بين البوابة والمهبط 7.5V فيتحول الثايرستور لحالة الوصل ON ويمر تيار كهربى عبر السماعة ماراً بالمصدر A والمهبط K.

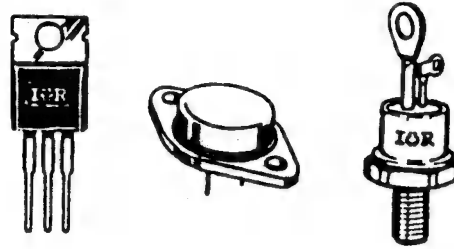
وعند إزالة الضغط من الضاغظ فإن الثايرستور سيبطل فى حالة ON، وتظل السماعة SPK فى حالة ON إلى أن يتم قطع التيار الكهربى عن الدائرة فينقطع التيار المار فى الثايرستور ويتحول الثايرستور لحالة القطع Turn OFF.

والجدير بالذكر أن الموحد D1 يعمل على خمد القوة الدافعة الكهربائية المتولدة عند انقطاع التيار الكهربى عن ملف السماعة SPK، وبالتالي تمنع تلف الثايرستور.



شكل (٢ - ١٧)

والشكل (٢ - ١٨) يعرض نماذج مختلفة من الثايرستورات المتوفرة فى الأسواق.

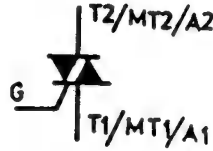


شكل (٢ - ١٨)

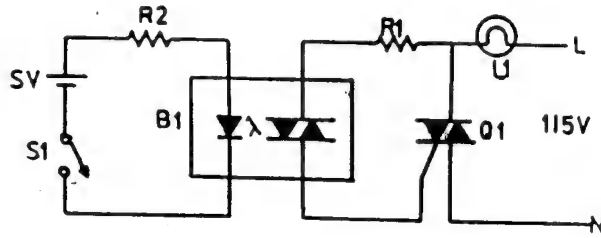
٢ / ٧ - الثرياك Triac

يستخدم الثرياك كمفتاح فى دوائر التيار المتردد، وذلك فى الاستخدامات التى

تحتاج لتيارات عالية. وللترياك ثلاثة أطراف، وهى الطرف الأول T1، والطرف الثانى T2، والبوابة G. وفى الوضع الطبيعى يكون الترياك فى حالة قطع Cut OFF، ويعمل كمفتاح مفتوح. وبمجرد تسليط فرق جهد بين البوابة G، والطرف T2 يتحول الترياك لحالة الوصل ON، ويعمل كمفتاح مغلق، ويمر التيار الكهربى من الطرف T1 إلى الطرف T2 طالما يوجد فرق جهد بين البوابة والطرف T2 وفيما يلى رمز الترياك.



والشكل (٢ - ١٩) يوضح فكرة عمل الترياك فى دوائر التيار المتردد لتشغيل اللبة L1.



شكل (٢ - ١٩)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 47Ω
R2	مقاومة كربونية 360Ω
Q1	ترياك طراز 2N 6342 A
B1	وحدة ارتباط ضوئية طراز MOC 3011
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة
L1	لمبة تعمل عند جهد 115V

فعند غلق المفتاح S1 فإن وحدة الارتباط الضوئي B1 سوف تعمل لمرور تيار كهربى فى الموحد الباعث للضوء الخاص بها، وبالتالي يتحول الترياك الضوئي لوحدة الارتباط لحالة الوصل، ويصبح كما لو كان مفتاحاً مغلقاً وينشأ عن ذلك فرق جهد بين البوابة G والطرف T2 للترياك الرئيسى Q1 فيتحول لحالة الوصل، وتضىء اللمبة L1، وتظل اللمبة L1 مضيئة طالما أن المفتاح S1 مغلق، ولكن بمجرد فتح المفتاح S1 يتحول الترياك لوحدة الارتباط الضوئي B1 لحالة القطع، ويصبح كمفتاح مفتوح فيختفى فرق الجهد بين البوابة G والطرف T2 للترياك الرئيسى Q1 ويتحول هو الآخر لحالة القطع وينطفئ المصباح L1. والجدير بالذكر أن شكل الترياك لا يختلف عن شكل الثايرستور، ولكن بالطبع الرمز يختلف.

٢ / ٨ - الدوائر المتكاملة الرقمية

تنقسم الدوائر المتكاملة الرقمية إلى عائلتين تبعاً لتركيبها الداخلى وهما:

- عائلة TTL ويندرج تحتها عدة سلاسل مثل سلسلة 74..

- عائلة CMOS ويندرج تحتها عدة سلاسل مثل سلسلة 40..، ولا يختلف شكل الدوائر المتكاملة الرقمية عن شكل مكبرات العمليات، ولكن عدد أرجلها لا يقل عادة عن ١٤ رجلاً، وتتعامل الدوائر الرقمية مع الإشارات الرقمية، والتي لها حالتان عالية high أو (1) ومنخفضة Low أو (0). وتختلف قيم جهود (0, 1) تبعاً لنوع العائلة. فبالنسبة لعائلة TTL فإن الحالة (1) تقابل جهداً أكبر من 2V + والحالة (0) تقابل جهداً أصغر من 0.8 V. وتغذى هذه العائلة بجهد مصدر يساوى 5 V +. وبالنسبة لعائلة CMOS فإن الحالة (1) تقابل جهداً أكبر من 2/3 جهد المصدر، والحالة المنخفضة تقابل جهداً أقل من 1/3 جهد المصدر حيث إن جهد المصدر يتراوح ما بين (3: 15 V +).

وتعتبر البوابات المنطقية والقلابات من أبسط الدوائر الرقمية:

١ - البوابات المنطقية **Logicgates**: ويكون لها عدة مداخل وخرج واحد ولكل بوابة جدول حقيقة يبين عمل البوابة والشكل (٢ - ٢٠) يعرض رمز بوابة NOT

(العاكس) وجدول الحقيقة لها ويلاحظ أن حالة خرج البوابة هو معكوس حالة دخلها.



دخول	خرج
0	1
1	0

شكل (٢ - ٢٠)

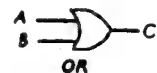
وهناك أربع بوابات أساسية أخرى مبينة بالشكل (٢ - ٢١) وهي كما يلي:

بوابة OR ويكون خرجها (1) إذا كانت سحالة أحد مداخلها على الأقل (1).

بوابة NOR ويكون خرجها (0) إذا كانت حالة أحد مداخلها على الأقل (1).

بوابة AND ويكون خرجها (1) إذا كانت حالة جميع مداخلها (1).

بوابة NAND ويكون خرجها (0) إذا كانت حالة جميع مداخلها (1).



دخول	خرج
A B	C
0 0	1
0 1	1
1 0	1
1 1	0

دخول	خرج
A B	C
0 0	0
0 1	0
1 0	0
1 1	1

دخول	خرج
A B	C
0 0	1
0 1	0
1 0	0
1 1	0

دخول	خرج
A B	C
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	1

شكل (٢ - ٢١)

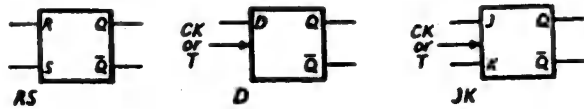
٢ - القلابات Flip Flops: ويعتبر القلاب البنية الأساسية للذاكرة، ويمكن بناء

القلاب من البوابات المنطقية والشكل (٢ - ٢٢) يعرض رموز أهم القلابات وهي:

١ - قلاب R - S .

٢ - قلاب D .

٣ - قلاب J - K .



شكل (٢ - ٢٢)

ولكل قلاب مخرجان متعاكسان هما Q و \bar{Q} . فبالنسبة للقلاب RS فإن حالة Q تكون عالية عندما تصل إشارة 1 للمدخل S ، وحالة \bar{Q} تصبح عالية عندما تصل إشارة عالية للمدخل R . وبالنسبة للقلاب D فإن حالة المخرج Q تكون عالية عند وصول نبضة لمدخل النبضات CK بشرط أن تكون حالة مدخل البيانات D عالية 1 وبالنسبة للقلاب JK تكون حالة المخرج Q عالية (1) عند وصول نبضة لمدخل النبضات CK بشرط أن تكون حالة المدخل J عالية (1)، والمدخل K منخفضة (0) . وهناك دوائر رقمية أخرى مثل: العدادات Counters، ومسجلات الإزاحة Registers .

الباب الثالث

دوائر عملية للمذبذبات الأحادية الاستقرار

دوائر عملية للمذبذبات الأحادية الاستقرار

٣ / ١ - مقدمة

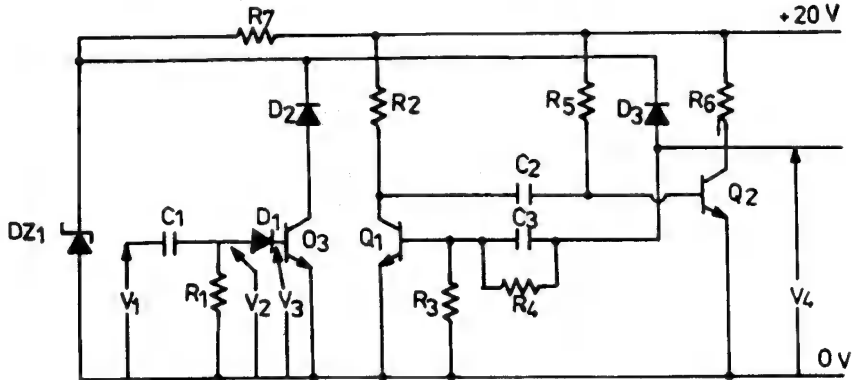
يمكن تقسيم دوائر المذبذبات الأحادية الاستقرار إلى :

- ١ - مذبذبات أحادية الاستقرار تحتوى على ترانزستورات .
- ٢ - مذبذبات أحادية الاستقرار تحتوى على المؤقت 555 (انظر الفقر ١-٤-٣) .
- ٣ - مذبذبات أحادية الاستقرار تحتوى على المؤقت ZN1034E .
- ٤ - مذبذبات أحادية الاستقرار تحتوى على مؤقت زمنى مبرمج XR - 2240 .
- ٥ - مذبذبات أحادية الاستقرار تحتوى على بوابات منطقية .
- ٦ - مذبذبات أحادية الاستقرار تحتوى على مذبذب TTL .
- ٧ - مذبذبات أحادية الاستقرار تحتوى على مكبر عمليات .

٣ / ٢ - المذبذبات أحادية الاستقرار المرتكزة على ترانزستورات

الدائرة رقم (١)

الشكل (٣ - ١) يعرض دائرة مذبذب أحادى الاستقرار باستخدام الترانزستور .



شكل (٣ - ١)

عناصر الدائرة:

R1, R3	مقاومة كربونية 10 K Ω
R2 , R6	مقاومة كربونية 2.2 K Ω
R4, R5	مقاومة كربونية 47 K Ω
R7	مقاومة كربونية 1K Ω

* جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 0.5W

C1	مكثف سيراميكي سعته 1000 PF
C2	مكثف سيراميكي سعته 0.15 μ F
C3	مكثف سيراميكي سعته 100PF
D1:D3	موحد سليكوني طراز 1N4001
DZ1	موحد زينر جهده 6.2V
Q1:Q3	ترانزستور NPN طراز BC107

نظرية عمل الدائرة:

يتكون المذبذب من الترانزستورين Q2, Q3 وملحقاتهما من مقاومات ومكثفات والدائرة لها حالة استقرار واحدة وتحدث عندما لا يكون هناك نبضة قرح فى الدخل . وعند ذلك يكون Q1 فى حالة قطع OFF بينما يكون Q2 فى حالة وصل ON ويكون توصيل Q2 نتيجة جهد الانحياز الواقع على R5 فينخفض الجهد على مجمعه إلى مايقرب من (0:1)V الأمر الذى يؤدي إلى بقاء Q1 فى حالة عدم توصيل OFF .

وبحصول Q1 على نبضة قرح موجبة على قاعدته فإنه يتحول إلى حالة التوصيل ON فيهبط جهد مجمعه وينتقل هذا التغير فى الجهد عبر المكثف C2 فيتولد جهد سالب على قاعدة Q2 ويتحول إلى حالة القطع OFF ويرتفع جهد مجمعه . وبسبب التغذية العكسية الموجبة خلال R4 تزداد توصيلية Q1 .

ولكن الدائرة فى هذه الحالة تعتبر غير مستقرة لأن قاعدة Q2 سالبة فى حين أن

جهد مجمع Q1 يكون حوالى 0.1V فيشحن المكثف C2 عن طريق R5 والترانزستور Q1 وباستمرار شحن C2 يرتفع جهد قاعدة Q2 وعندما يصل إلى مايقرب من 0.7V يبدأ Q2 بالتوصيل ويتحول إلى حالة الوصل ON فتعود الدائرة إلى حالة الاستقرار مرة أخرى.

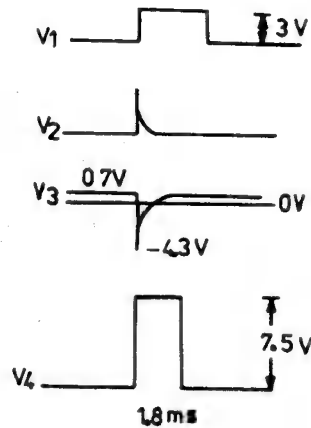
ويكون خرج المذبذب V0 عبارة عن نبضة موجبة جهدها حوالى 7.5V وزمنها يحدد بالثابت الزمنى C2R5 والذي تحدده العلاقة:

$$t_m = 0.7 C_2 R_5 \text{ Sec}$$

كما يلاحظ أن الترانزستور Q3 يعتبر كمرحلة عزل لدائرة الدخل عن المذبذب كما أن كلاً من D1 , D2 يستخدمان للحد من اهتزاز الجهد على مجمعى كل من Q1 , Q2 .

والشكل (٣ - ٢) يوضح موجات الجهد عند النقاط المختلفة فى الدائرة كالتالى

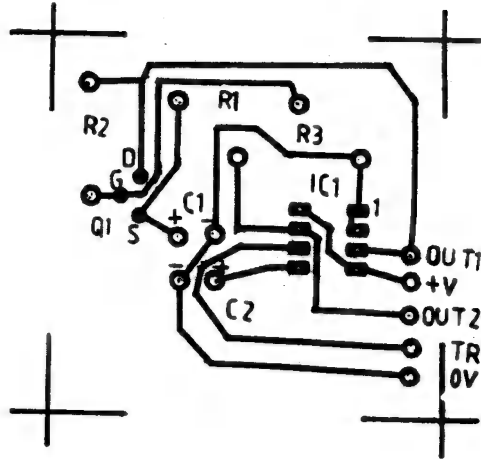
- V1 إشارة الدخل وهى موجة مربعة ترددها 150HZ وقيمتها 3V .
- V2 خرج الدائرة التفاضلية المؤلفة من C1 , R1 وتستخدم لفتح المذبذب .
- V3 الجهد على قاعدة Q2 عندما تكون الدائرة فى حالة استقرار .
- V4 موجة خرج المذبذب .



شكل (٣ - ٢)

معامل دورة الخدمة يصل إلى 99% كما أن طرف التفريغ للمؤقت IC1 (7) يمكن استخدامه كطرف خرج آخر للمذبذب وعن طريقه يمكن تغذية أحمال كبيرة بدون أى تأثير على كفاءة المذبذب. فى حين يتأثر طرف الخرج الأساسى للمذبذب (3) بزمان التوقيت المتوقف على قيم كل من $C1$, $R1$ حيث إن عرض نبضة الخرج يصل إلى 1ms.

والشكل (٣ - ٤) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (٢)

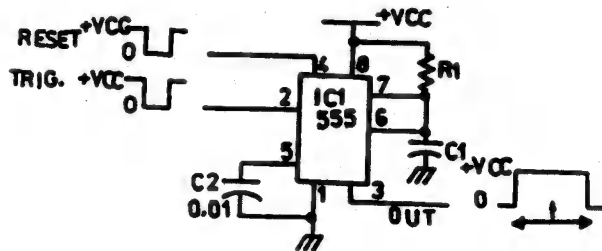


شكل (٣ - ٤)

الدائرة رقم (٣)

الشكل (٣ - ٥) يعرض دائرة مذبذب أحادى الاستقرار باستخدام المؤقت

NE555.



شكل (٣ - ٥)

عناصر الدائرة:

R_1	مقاومة كربونية قيمتها $1K\Omega:3.3M\Omega$
C_1	مكثف كيميائي سعته $470PF:470\mu F$
C_2	مكثف كيميائي سعته $0.01\mu F-16V$
IC_1	دائرة متكاملة (مؤقت زمني) طراز NE555

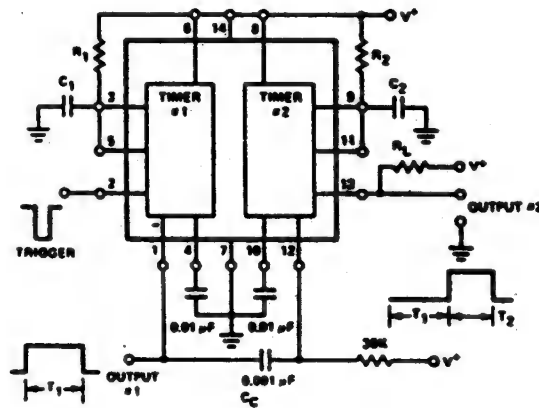
نظرية عمل الدائرة:

عند وصول نبضة منخفضة للمدخل 2 (مدخل الإشعال) تخرج نبضة عالية من المخرج 3 زمنها يساوى $T = 1.1R_1C_1$.

علماً بأن الجهد V_{CC} يتراوح ما بين $4.5:16V$ ويتراوح تيار الدخل ما بين $3:10mA$ فى حين أن تيار المخرج يمكن أن يصل إلى $200mA$.
كما يتراوح زمن النبضة الخارجة t ما بين $(1mS:30mS)$.

وعند وصول نبضة منخفضة للمدخل 4 يحدث تحرير للمؤقت. ويقوم المكثف C_2 بمنع حدوث أى ضوضاء مما يؤدي إلى تغيير زمن النبضة t .

الدائرة رقم (٤)



الشكل (٣ - ٦) يعرض دائرة مذبذب أحادى الاستقرار بمخرجين مستخدماً المؤقت المزدوج XR2556 والذي يتكون من عدد 2 مؤقت طراز 555 حيث يستخدم خرج المؤقت الأول فى إشعال المؤقت الثانى من خلال المكثف C_C .

شكل (٣ - ٦)

عناصر الدائرة:

R1, R2 مقاومة كربونية تتراوح قيمتها ما بين 1KΩ:3.3MΩ .

C1, C2 مكثف سعته ما بين 470 PF:470μF .

نظرية عمل الدائرة:

عند وصول نبضة منخفضة للمدخل 2 للمؤقت الأول 1 Timer # نحصل من مخرج المؤقت الأول الرجل 1 على نبضة زمنها يساوى $T_1 = 1.1R_1C_1$.

حيث تقوم هذه النبضة بإشعال المؤقت الثانى 2 Timer # من خلال المكثف C_C بعد انتهاء الزمن T₁ وعليه تخرج نبضة من المخرج 13 للمؤقت الثانى زمنها يساوى $T_2 = 1.1R_2C_2$.

علماً بأن قيمة T₁, T₂ تتراوح ما بين (1ms:30min) .

كما أن قيمة V⁺ تتراوح ما بين (4.5:16v) أما تيار الدخل (الرجل 2) فيتراوح ما بين (3:10mA) .

كما أنه جدير بالذكر أن المقاومة R_L يجب أن تختار بحيث لا يتعدى تيار الخرج 200mA أى أن قيمة R_L يجب ألا تتعدى 25 Ω عندما يكون جهد المصدر V_{CC} يساوى +5V وذلك من المعادلة الآتية:

$$\begin{aligned} R_L &\leq \frac{V_{CC}}{I_{Lmax}} \\ &\leq \frac{5 \times 1000}{200} \\ &\leq 25 \Omega \end{aligned}$$

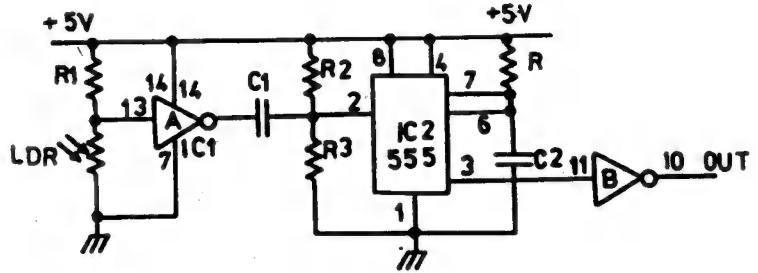
حيث إن:

V_{CC} جهد المصدر .

I_{Lmax} تيار الحمل الأقصى .

الدائرة رقم (٥)

الشكل (٣ - ٧) يعرض دائرة لتوليد نبضات عند انقطاع مسار شعاع ضوئي بواسطة مرور جسم غريب بين مصدر الشعاع الضوئي والمقاومة الضوئية LDR1 .



شكل (٣ - ٧)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية قيمتها $470\text{ K}\Omega$
R2	مقاومة كربونية قيمتها $12\text{ K}\Omega$
R3	مقاومة كربونية قيمتها $8.2\text{ K}\Omega$
R4	مقاومة كربونية قيمتها $1\text{ M}\Omega$
C1	مكثف بوليستر سعته $0.22\mu\text{F}$
C2	مكثف كيميائي سعته $0.5\mu\text{F}-10\text{V}$
IC1	دائرة متكاملة تحتوي على ستة عواكس طراز 7404
IC2	مؤقت زمني طراز 555

نظرية عمل الدائرة:

في الوضع الطبيعي يسقط الشعاع الضوئي على المقاومة الضوئية LDR1 لتصبح

مقاومتها حوالي 100Ω تقريباً وعليه فإن دخل العاكس A يكون منخفضاً ويكون خرجه عالياً فيشحن المكثف C1 ويكون خرج المؤقت 555 منخفضاً.

عند انقطاع الشعاع الضوئي عن المقاومة الضوئية ترتفع قيمتها لتصل إلى $1M\Omega$ وبالتالي يصبح دخل العاكس A عالياً ويتحول خرجه إلى المستوى المنخفض وينتج عن ذلك دائرة تفاضلية مكونة من $R1, C1, R3$ كما يعتمد زمن النبضة الناتجة على زمن قطع الجسم الغريب المار للشعاع الضوئي. فتخرج نبضة عالية على الرجل 3 للمؤقت الزمني IC2 والذي يعمل كمذبذب أحادي الاستقرار ويكون زمن النبضة مساوياً

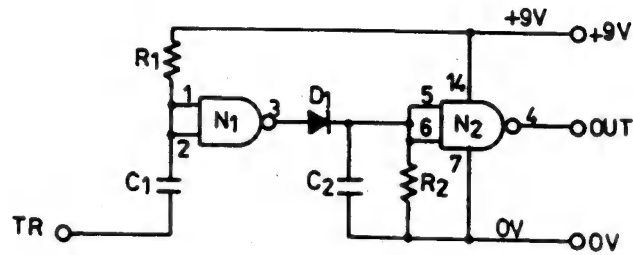
$$T=1.1R4C2 = 0.55 \text{ S}$$

وبالتالي تخرج نبضة منخفضة من البوابة B.

٣ / ٤ - المذبذبات أحادية الاستقرار المرتكزة على البوابات المنطقية

الدائرة رقم (٦)

الشكل (٣ - ٨) يعرض دائرة مذبذب أحادي الاستقرار بوابات NAND عائلة CMOS.



شكل (٣ - ٨)

عناصر الدائرة:

R_1, R_2

مقاومة كربونية $1M\Omega/0.5W$

C_1, C_2

مكثف سيراميكي سعته $1nF$

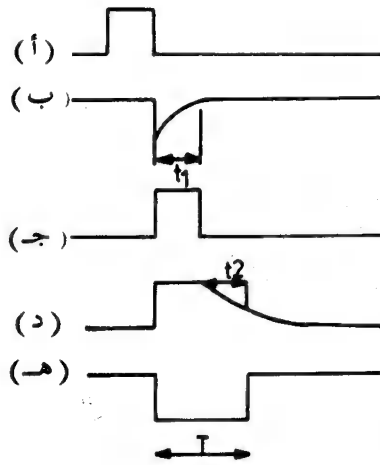
D_1

موحد سليكوني طراز 1N4148

$IC_1(N_1, N_2)$

دائرة متكاملة CMOS طراز 4011

نظرية عمل الدائرة:

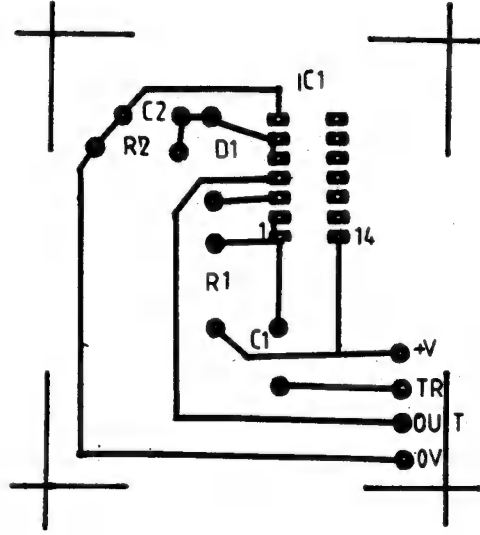


شكل (٣-٩)

يتم قذح الدائرة بواسطة الحافة السالبة لموجة الدخل الموضحة الشكل (٣-٩) t_1 . فعندما تصل هذه الحافة إلى المكثف C_1 فلا يشحن في بادئ الأمر وعليه يكون خرج N_1 في المستوى العالي H وفي هذه الأثناء يشحن C_1 عن طريق R_1 إلى القيمة العظمى مما يؤدي إلى ارتفاع الدخل للبوابة N_1 فينخفض خرجها إلى المستوى المنخفض (L) . ويوضح الشكل (٣-٩) ب شكل إشارة دخل N_1 أما الشكل (٣-٩) ج فيوضح شكل خرجها ويلاحظ زمن بقاء النبضة في المستوى العالي t_1 .

وعندما يكون خرج N_1 في المستوى العالي H يشحن C_2 إلى القيمة العظمى فيرتفع دخل N_2 وينخفض الخرج لها ويصبح في المستوى المنخفض L . وعند انخفاض خرج N_1 يفرغ C_2 شحنته عن طريق R_2 إلى أرضي الدائرة الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض دخل N_2 فيرتفع خرجها ويصبح في المستوى العالي H . والشكل (٣-٩) د يوضح شكل الإشارة على دخل N_2 ويلاحظ زمن انخفاض خرج N_2 t_2 . وعلى ذلك يكون الزمن الدوري لخرج N_2 موضح بالشكل (٣-٩) هـ ويساوي: $T = t_1 + t_2$.

والشكل (٣-١٠) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التي نحن بصددتها باستخدام لوحة مطبوعة وجه واحد أبعادها 7X7 Cm.



شكل (٣ - ١٠)

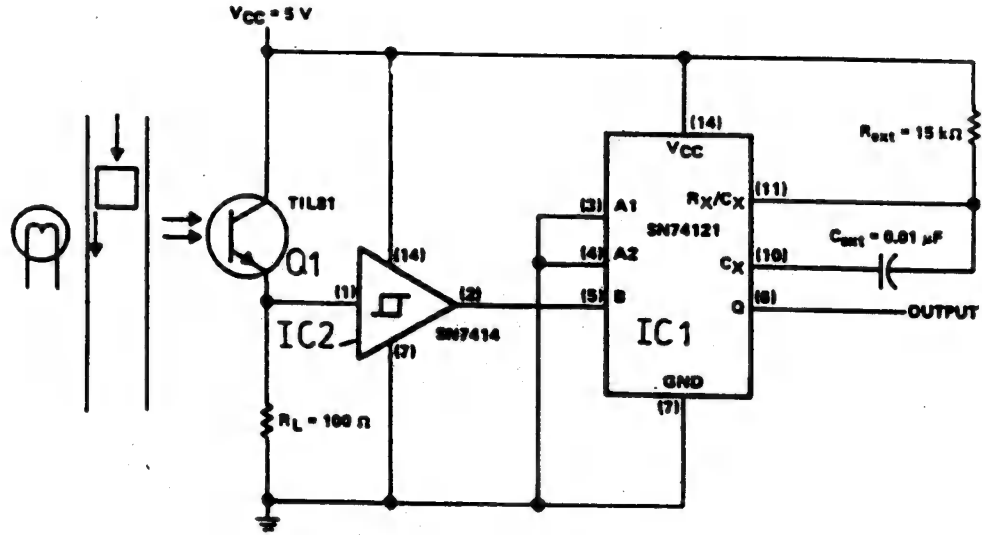
٣ / ٥ - المذبذبات أحادية الاستقرار المرتكزة على المذبذب 74121

الدائرة رقم (٧)

الشكل (٣-١١) يعرض دائرة مذبذب أحادي الاستقرار يقوم بتوليد نبضة كلما مر صندوق على السير ليقطع مسار الشعاع الضوئي.

عناصر الدائرة:

RL	مقاومة كربونية 100Ω
Rext	مقاومة كربونية 15KΩ
Cext	مكثف كيميائي سعته 0.01μ F-16V
Q1	ترانزستور ضوئي NPN طراز TIL81
IC1	دائرة متكاملة طراز SN7414
IC2	دائرة متكاملة طراز SN74121



شكل (٣ - ١١)

نظرية عمل الدائرة:

يقوم مصدر الشعاع الضوئي بالمحافظة على تشبع الترانزستور Q1 وبالتالي يصبح دخل البوابة Schmitt NOT (IC2) عالياً وتباعاً يصبح خرجها منخفضاً.

وبمجرد مرور صندوق على السير فيقطع مسار الشعاع الضوئي عن الترانزستور Q1 فيتحول الترانزستور لحالة القطع وبالتالي يصبح دخل البوابة NOT منخفضاً ويتحول خرجها إلى المستوى العالى H. وعند انتقال خرج البوابة من منخفض لعال تخرج نبضة عالية من المخرج Q زمنها T ويساوى

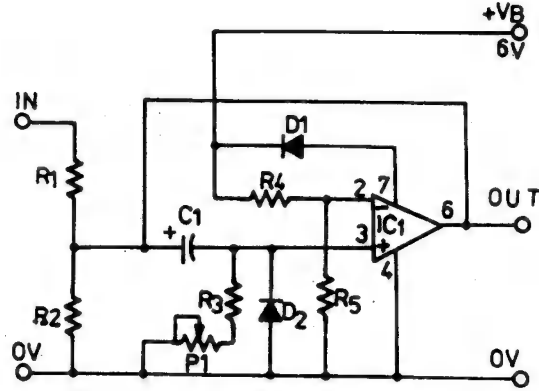
$$T = 0.693 R_{ext} C_{ext}$$

$$= 0.1ms$$

٣ / ٦ - المذبذبات أحادية الاستقرار المرتكزة على مكبرات العمليات

الدائرة رقم (٨)

الشكل (٣ - ١٢) يعرض دائرة مذبذب أحادي الاستقرار باستخدام مكبر عمليات طراز 741



شكل (٣ - ١٢)

عناصر الدائرة:

R1, R4	مقاومة كربونية 10k Ω / 0.5W
R2	مقاومة كربونية 100k Ω / 0.5W
R3	مقاومة كربونية 47k Ω / 0.5W
R5	مقاومة كربونية 12k Ω / 0.5W
P1	مقاومة متغيرة 1M Ω / 1W
C1	مكثف كيميائي سعته 1 μ F-35V
D1, D2	موحد سليكوني طراز 1N4148
IC1	مكبر عمليات طراز 741

نظرية عمل الدائرة:

جهد الطرف العاكس لمكبر العمليات IC1 يزيد قليلاً عن نصف قيمة جهد التغذية VB بتأثير المقاومتين R4, R5 أما الطرف غير العاكس (3) متصل بأرضي الدائرة عن طريق P1, R3 وعلى ذلك يكون خرج IC1 فى المستوى المنخفض (L) مما يؤدي إلى وضع D1 فى الانحياز العكسى . وبمرور النبضة الموجبة لإشارة الدخل عن طريق C1 إلى الطرف غير العاكس (3) لمكبر العمليات IC1 يؤدي إلى ارتفاع جهده عن جهد الطرف العاكس (2) لزمن قصير ويرتفع خرج المكبر IC1 لنفس الزمن مما يؤدي إلى تغير حالة D1 إلى الانحياز الأمامي ليوفر جهداً موجباً للطرف غير العاكس (3) ويظل خرج المكبر IC1 فى المستوى العالى H إلى أن تتغير حالة الدخل للطرف غير العاكس بتأثير إشارة الدخل .

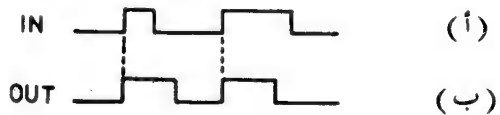
ويلاحظ أن حالة الدخل للطرف غير العاكس لن تتغير إلا عندما يشحن المكثف C1 عن طريق P1, R3 لينخفض جهده عن جهد الطرف العاكس (2) فيؤدي إلى تحول خرج المكبر IC1 إلى المستوى المنخفض (L) مرة أخرى .

والشكل (٣ - ١٣) يوضح إشارة الدخل (أ) وإشارة الخرج (ب) .

كما أنه يمكن حساب الزمن الدورى لخرج المذبذب من العلاقة:

$$T=0.5C_1(R_3+P_1) \quad \text{Sec}$$

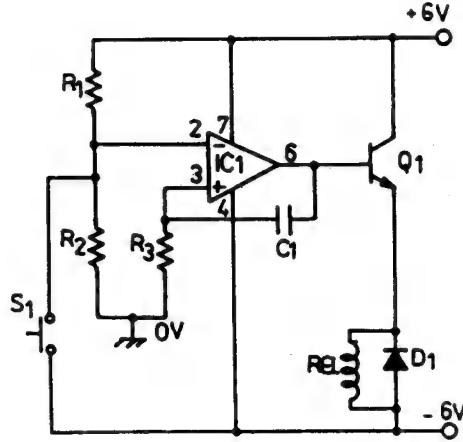
وعلى ذلك يتضح أنه يمكن التحكم فى الزمن الدورى لخرج المذبذب بواسطة المقاومة المتغيرة P1 .



شكل (٣ - ١٣)

الدائرة رقم (٩)

الشكل (٣ - ١٤) يعرض دائرة مذبذب أحادي الاستقرار باستخدام مكبر عمليات طراز 741



شكل (٣ - ١٤)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 100K Ω /0.5W
R2	مقاومة كربونية 10K Ω /0.5W
R3	مقاومة كربونية 3.3M Ω /0.5W
C1	مكثف سعته 1 μ F
D1	موحد سليكوني طراز 1N4001
Q1	ترانزستور NPN طراز 2N3704
IC1	مكبر عمليات OP-AmP طراز 741
REL	ريلاي 12V مقاومة ملفه أكبر من 180 Ω
S1	ضاغط N.O (عادة مفتوح)

نظرية عمل الدائرة:

يمكن الاستعانة بنظرية عمل الدائرة السابقة رقم (٨) .

الباب الرابع

دوائر عملية للمذبذبات الالمستقرة

دوائر عملية للمذبذبات الالامستقرة

٤ / ١ - مقدمة

يمكن تقسيم المذبذبات عديمة الاستقرار إلى :

- ١ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار مرتكزة على الترانزستورات .
- ٢ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على عواكس .
- ٣ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على بلورات بيزوكهربية

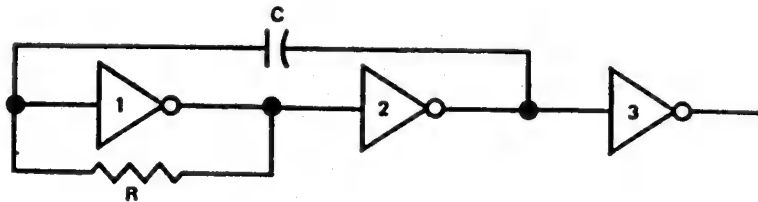
Piezo electric crystals .

- ٤ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على مكبرات عمليات .
- ٥ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على بوابة Schmitt NAND .
- ٦ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على المؤقت 555 (راجع الفقرة : ١-٤-٣) .

وفى هذه الفقرة سنلقى الضوء على عمل بعض هذه الأنواع .

٤ / ١ / ١ - المذبذبات عديمة الاستقرار التى تحتوى على عواكس

الشكل (٤ - ١) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار مستخدماً دائرة متكاملة رقمية تحتوى على ستة عواكس طراز 7404



شكل (٤ - ١)

$$F = 1/3RC$$

وتردد هذا المذبذب يساوى

$$150 : 220\Omega$$

علماً بأن المقاومة R تتراوح ما بين

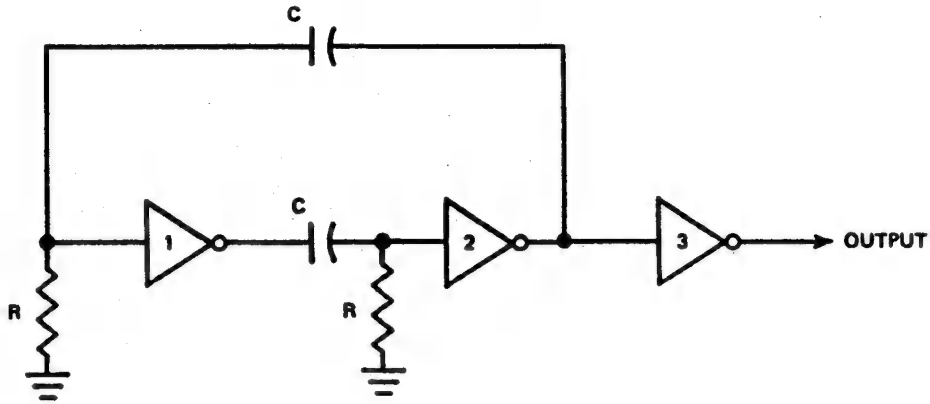
فإن

$$C = 170 \mu F, R = 200 \Omega$$

فإذا كان

$$F = 10^6 / 3 \times 200 \times 170 = 10 \text{ HZ}$$

كما يعرض الشكل (٤ - ٢) دائرة مذبذب عديم الاستقرار يستخدم فيها الدائرة المتكاملة 7404 والتي تحتوى على ستة عواكس من النوع TTL.



شكل (٤ - ٢)

وتردد هذا المذبذب يساوى:

$$F = 1/2RC$$

HZ

فإن

$$C = 4 \mu F, R = 230 \Omega$$

فإذا كان

$$F = 10^6 / 2 \times 230 \times 4 = 54.4$$

HZ

$$(200 : 1000\Omega)$$

علماً بأن المقاومة R تتراوح ما بين

والجدير بالذكر أنه يمكن استبدال العواكس ببوابات NAND مداخلها مقصورة معاً.

٤ / ١ / ٢ - المذبذبات عديمة الاستقرار التى تحتوى على بلورات بيزوكهربية

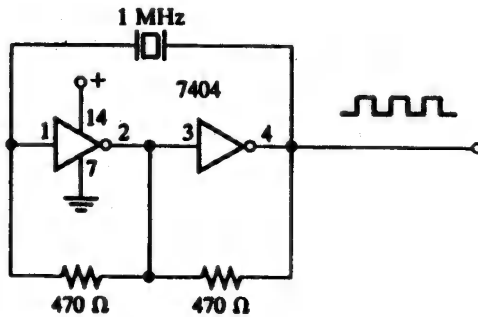
تستخدم بلورات البيزو والكهربية Piezo electric crystals المصنوعة من الكوارتز فى عمل هذه المذبذبات .

ويعرف تأثير بيزو الكهربرى بأنه عند تسليط جهد متردد على هذه البلورات فإنها تهتز بنفس تردد المصدر الكهربرى .

وتستخدم بلورات الكوارتز عادة فى بناء المذبذبات وذلك لقوتها الميكانيكية العالية وبساطتها فى التصنيع . وكل بلورة لها تردد طبيعى وتتواجد بلورات الكوارتز بترددات طبيعية تتراوح ما بين (5M : 25k)HZ . وحتى تستخدم بلورات الكوارتز فى الدوائر الإلكترونية توضع بين لوحين من المعدن فيتشكل مكثف له عزل بلورى . وبتعريض لوحى البلورة لجهد كهبرى تهتز بتردد يساوى تردد المصدر الكهربرى فإذا كان تردد المصدر الكهربرى يساوى التردد الطبيعى للبلورة نحصل على رنين وتهتز البلورة بأعلى معدل اهتزاز .

وتتميز المذبذبات البلورية بدقتها المتناهية ويعاب على هذه المذبذبات استخدامها فى دوائر القدرة الصغيرة لعدم انهيارها . كما أن تردد المذبذبات من هذا النوع لا يمكن تغييره ذلك لأنه يساوى التردد الطبيعى للبلورة .

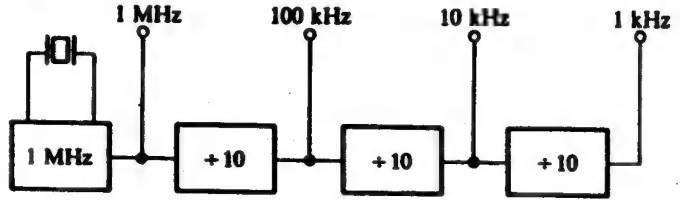
والشكل (٤ - ٣) يعرض دائرة مذبذب بلورى يتكون من بلورة كوارتز ترددها الطبيعى 1MHZ . ودائرة متكاملة TTL تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 ومقاومتين متساويتين قيمة كل منهما 470Ω



وتردد الموجات المربعة (خرج المذبذب) 1MHZ تقريباً . كما أنه يمكن تغيير تردد هذا الخرج وذلك للحصول على أى تردد باستخدام بلورة كوارتز ترددها الطبيعى يساوى التردد المطلوب .

شكل (٤ - ٣)

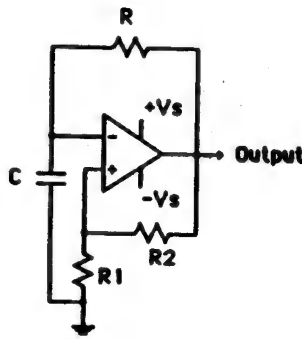
كما أنه يمكن الحصول على ترددات منخفضة من المذبذب الموضح في شكل (٤ - ٣) وذلك باستخدام عناصر تقسيم مناسبة مثل العدادات العشرية المكونة ثنائياً طراز 74192 والشكل (٤ - ٤) يوضح ذلك.



شكل (٤ - ٤)

٤ / ١ / ٣ - المذبذبات عديمة الاستقرار التي تحتوى على مكبرات عمليات

الشكل (٤ - ٥) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار يحتوى على مكبر



شكل (٤ - ٥)

عمليات. وهذه الدائرة تعمل كمقارن حيث إن المكثف C هو مصدر جهد الدخل على المدخل العاكس والمقاومات R_1, R_2 تعمل كمجزئ جهد يقوم بعمل تغذية عكسية بجزء من جهد الخرج V_o للدخل. وسوف ندرس هذه الدائرة فى حالتين:

أولاً: عندما يكون V_o مساوياً لجهد التشبع

الموجب $+V_{sat}$:

يسمى الجهد على الطرف غير العاكس (+) للمكبر فى هذه الحالة بجهد الركبة

العلوية V_{UT} ويساوى:

$$V_{UT} = V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

ويكون الجهد على الطرف العاكس (-) للمكبر مساوياً للجهد على طرفي المكثف C والذي يزداد تدريجياً نتيجة شحن المكثف C من خلال المقاومة R حتى يصبح أكبر من جهد الرتبة العلوية V_{UT} حينئذ يصبح جهد الخرج V_O يساوي $-V_{sat}$.

ثانياً: عندما يكون V_O مساوياً لجهد التشبع السالب $-V_{sat}$:

يسمى الجهد على الطرف غير العاكس (+) للمكبر في هذه الحالة بجهد الرتبة السفلية VLT:

$$V_{LT} = -V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

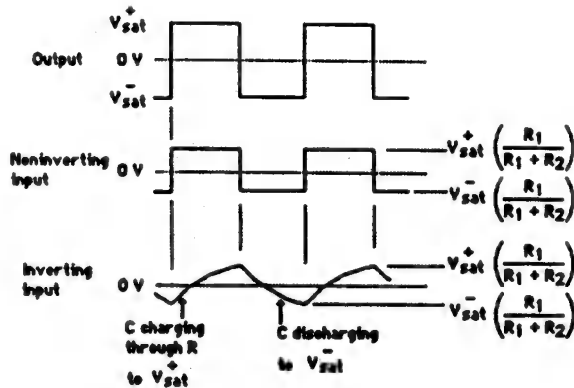
ويكون جهد الرجل العاكسة للمكبر مساوياً لجهد أطراف المكثف C والذي يقل تدريجياً نتيجة تفريغ المكثف شحنته من خلال المقاومة R.

وعندما يكون جهد المكثف أكثر سالبية من الجهد VLT يتغير خرج المكبر من $-V_{sat}$ إلى $+V_{sat}$ وهكذا.

ويكون تردد المذبذب مساوياً

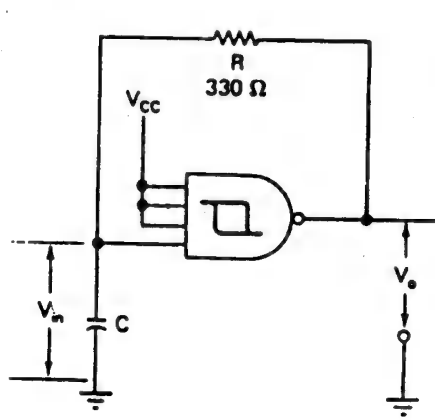
$$F = 1/2RC \quad \text{HZ}$$

وبين الشكل (٤ - ٦) شكل نبضات جهد الخرج وجهد المدخل العاكس والمدخل غير العاكس.



شكل (٤ - ٦)

٤ / ١ / ٤ - المذبذبات عديمة الاستقرار التي تحتوى على بوابة Schmitt NAND



الشكل (٤ - ٧) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار باستخدام بوابة Schmitt NAND مع مقاومة ومكثف خارجيين R, C.

وتردد المذبذب يتراوح ما بين 0.1 HZ: 10 MHZ ويأتى من العلاقة:

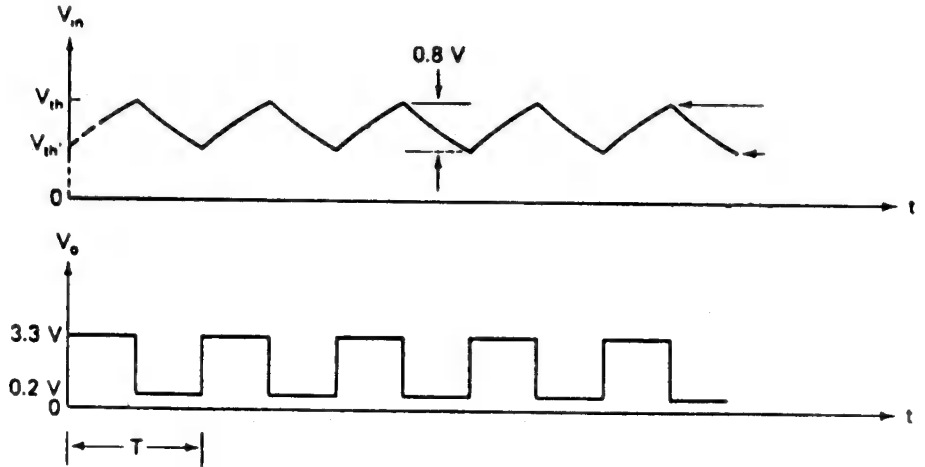
$$F = 0.9 / RC$$

وعند استخدام الدائرة المتكاملة

7413 فإن R تساوى 330Ω

شكل (٤ - ٧)

والشكل (٤ - ٨) يعرض شكل موجة الدخل والخرج لهذا المذبذب.



شكل (٤ - ٨)

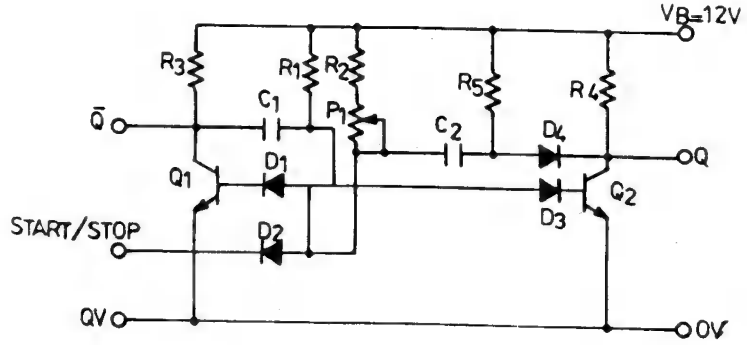
ويلاحظ من الشكل (٤ - ٨) أن جهد الدخل يتأرجح بين العتبة العلوية وجهد العتبة السفلية وذلك لشحن وتفريغ المكثف C علماً بأن جهد العتبة العلوية 1.7V بينما جهد العتبة السفلية يساوى 0.9V والفرق بينهما 0.8V.

أحياناً يحدث تشوه لخرج هذا المذبذب نتيجة لأن المقاومة R تمثل حملاً على خرج بوابة المذبذب وللحصول على خرج ثابت وغير مشوه تستخدم بوابة أخرى من النوع (Schmitt NAND) تستخدم كبوابة NOT وتوصل بمخرج المذبذب.

٤ / ٢ - الدوائر العملية للمذبذبات عديدة الاستقرار المرتكزة على ترانزستورات

الدائرة رقم (١٠)

الشكل (٤ - ٩) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار باستخدام ترانزستورين NPN.



شكل (٤ - ٩)

عناصر الدائرة:

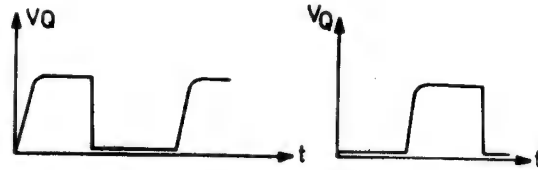
R1	مقاومة كربونية 33kΩ
R2	مقاومة كربونية 10kΩ
R3, R4	مقاومة كربونية 510Ω
R5	مقاومة كربونية 5.1kΩ
P1	مقاومة كربونية متغيرة 50kΩ

* جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 0.5W

C1 , C2	مكثف سيراميكي سعته 22 nF
D1 : D4	موحد سيليكوني طراز 1N 4001
Q1 , Q2	ترانزستور NPN طراز BC 238

نظرية عمل الدائرة:

المذبذب عديم الاستقرار المبين بالشكل (٤ - ٩) يتكون من مرحلتين تكبير وله خرجان (Q , \bar{Q}) عبارة عن موجة مربعة وكلاهما عكس الآخر. والشكل (٤ - ١٠) يوضح شكل الخرجين.



شكل (٤ - ١٠)

ولدائرة المذبذب عديم الاستقرار حالتان لعدم الاستقرار هما:

الحالة الأولى: عندما يكون الترانزستور Q1 فى وضع ON و Q2 فى وضع OFF.

الحالة الثانية: عكس الحالة الأولى أى يكون Q1 OFF أما Q2 فيكون ON.

الحالة الأولى: عندما يكون Q2 (OFF) فإن المقاومة بين المجمع والباعث RCE2 تكون عالية وتقاس بالميجا أوم وحيث إن R4 متصلة على التوالى مع مجمع Q2 مما يعنى أن الجهد V_B يقع تقريباً بأكمله على المقاومة RCE2 ويكون الخرج $Q \approx V_B$. وفى نفس الوقت يكون Q1 (ON) مما يعنى انخفاض المقاومة بين المجمع والباعث RCE1 ولا اتصال R3 بالتوالى مع مجمع Q1 مما يعنى أن V_B يقع تقريباً بأكمله على R3 ويكون قيمة الخرج \bar{Q} مساوياً للجهد التشبع VCE1 وتقريباً يساوى ($\bar{Q} \approx 0.1V$). وتظل الدائرة فى هذه الحالة حتى يتم شحن المكثف C1 عن طريق R1 وحتى يصل جهد قاعدة Q2 إلى

حوالى 0.7V وعند ذلك يتحول إلى وضع التوصيل ON ويصبح الجهد بين المجمع والباعث يساوى جهد التشبع $V_{CE2} \cong 0.1V$. ولكن المكثف C2 لن يفقد شحنته على الفور ولكنه يؤثر على قاعدة Q1 بجهد سالب مما يؤدي إلى تحويل Q1 إلى حالة القطع OFF. وعلى ذلك نجد أن الدائرة وصلت إلى حالة عدم الاستقرار الثانية حيث إن (Q1 أصبح OFF) بينما (Q2 أصبح ON) وتظل هذه الحالة حتى يفرغ C2 شحنته ويبدأ فى الشحن مرة أخرى فى الاتجاه المعاكس من خلال R1, R2 ليرتفع جهد قاعدة Q1 إلى 0.7V وفى هذه الأثناء يشحن C1 من خلال R3 وعلى ذلك يتحول Q1 إلى ON و Q2 إلى OFF لتصل الدائرة إلى حالة عدم الاستقرار الأولى مرة أخرى وتظل الدائرة فى هذه الحالة حتى يفرغ C1 شحنته ومن ثم يشحن مرة أخرى فى الاتجاه المعاكس عن طريق R1 وهكذا.

وعلى ذلك يتوقف زمن موجة الخرج على زمن تفريغ المكثف من أقصى شحنة له والتي تساوى تقريباً $-V_B$ إلى أقل قيمة للشحن وتساوى تقريباً 0.1V ثم شحنه مرة أخرى فى الاتجاه المعاكس إلى 0.7V.

وبواسطة R5 و D4 يمكن الحصول على موجة مربعة ذات حافة حادة وذلك لأن الموحد D4 يقوم بفصل خرج Q2 عند شحن C2 عن طريق R4 وعليه يشحن C2 عن طريق R5 بدلاً من R4.

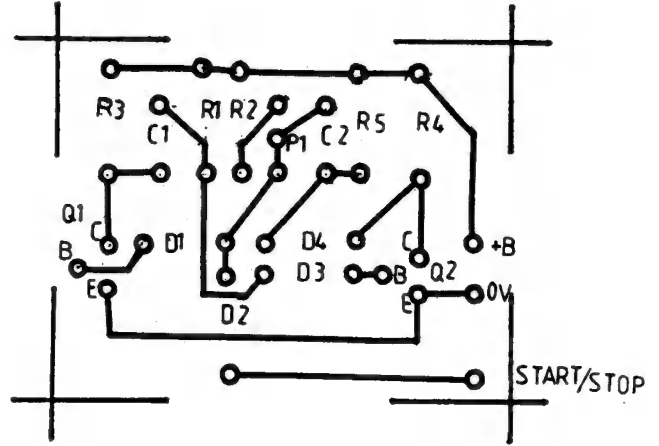
أما الموحدان D3 و D1 فيعملان على حماية الترانزستورين من الدخل السالب على قاعدتيهما.

الموحد D2 يقوم بعمل بدء وإيقاف للدائرة فعند توصيله بأرضى الدائرة (0V) فإنه يكون فى الانحياز الأمامى ويصبح جهد الأنود حوالى 0.7V.

وهذا الجهد يوقف الترانزستور Q1 عن العمل وذلك لأن الترانزستور Q1 يحتاج أن يكون جهد آنود D1 يساوى 1.4V لكى يعمل.

بينما إذا وصل D2 بجهد موجب ليصبح فى الانحياز العكسى أو عدم توصيله بأرضى الدائرة فإنه لا يؤثر على عمل الدائرة.

والشكل (٤ - ١١) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التى نحن بصدد استخدامها باستخدام لوحة مطبوعة أبعادها 7X6 Cm.

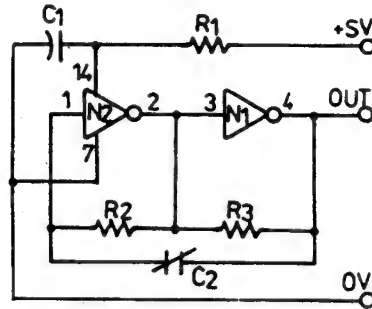


شكل (٤ - ١١)

٣ / ٤ - الدوائر العملية للمذبذبات اللامستقرة المرتكزة على بوابات منطقية TTL

الدائرة رقم (١١)

الشكل (٤ - ١٢) يعرض دائرة مذبذب لامستقر باستخدام الدائرة المتكاملة 74LS04.



شكل (٤ - ١٢)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 10 Ω /0.5W
R2, R3	مقاومة كربونية 560 Ω /0.5W
C1	مكثف تاتليوم سعته 12V - 1 μ F
C2	مكثف متغير سعته 20 PF : 85 PF
IC1	دائرة متكاملة طراز 74 SL 04 (N1 , N2)

نظرية عمل الدائرة:

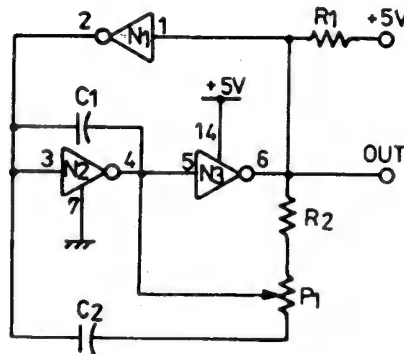
يتميز المذبذب المبين بأنه يمكن التحكم في تردده حيث إن مدى تردد خرجه يتراوح ما بين 800 KHZ إلى ما يقرب من 12 MHZ . ويتم التحكم في تردده عن طريق R2, R3 وبمساعدة مكثف التهذيب C2.

كما يلاحظ أن قيمة كل من R2, R3 المعطاة في الدائرة تعطى مدى تردد المذبذب وباستخدام C2 يتم ضبط قيمة التردد المطلوبة بدقة.

أما المقاومة R1 فهي مقاومة حماية للدائرة المتكاملة IC1 وكذلك تعطى جهد التغذية المناسب لها. والمكثف C1 مكثف إمرار يساعد على زيادة استقرار الدائرة.

الدائرة رقم (١٢)

الشكل (٤ - ١٣) يعرض دائرة مذبذب متحكم فيه (50% D. C).



شكل (٤ - ١٣)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 1K Ω /0.5W
R2	مقاومة كربونية 2.2K Ω /0.5W
P1	مقاومة متغيرة 5K Ω /1W
C1	مكثف كيميائي سعته 10 μ F - 25V
C2	مكثف كيميائي سعته 50 μ F - 25 V
IC1 (N1 : N4)	دائرة متكاملة طراز 7405 (TTL)

نظرية عمل الدائرة:

بالتحكم فى قيمة P1 يمكن التحكم فى تيار شحن كل من C1, C2 حيث يتناسب هذا التغير مع تردد المذبذب .

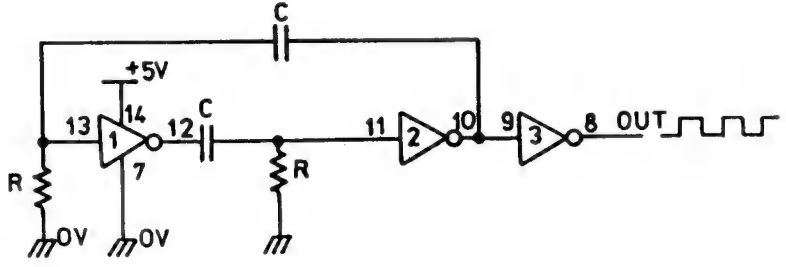
يمكن التحكم فى دورة التشغيل للمذبذب (D. C) بنسبة 50% خلال مدى تردد المذبذب . قيمة سعة المكثف C2 تحدد أقل قيمة لتردد المذبذب ويتضح أن المذبذب يمكن التحكم فى تردده بواسطة P1 خلال المدى 4HZ إلى 20HZ .

أما إذا أردنا أن يعمل المذبذب خلال أمدية أخرى من الترددات فإنه يجب تغيير قيم كل من C1 والمقاومة R2 حيث إنهما مسئولان عن تحديد أقصى قيمة لتردد المذبذب .

الدائرة رقم (١٣)

الشكل (٤ - ١٤) يعرض دائرة مذبذب لامستقر باستخدام ثلاثة عواكس طراز

7404 .



شكل (٤ - ١٤)

عناصر الدائرة:

R	مقاومة كربونية 220 Ω /0.5W
C	مكثف سيراميكي سعته 4 μ F
IC ₁ (1 : 3)	دائرة متكاملة (ثلاثة عواكس) طراز 7404

فكرة عامة عن الدائرة:

تردد المذبذب يأتي من العلاقة

$$F = 1 / 2RC \text{ HZ}$$

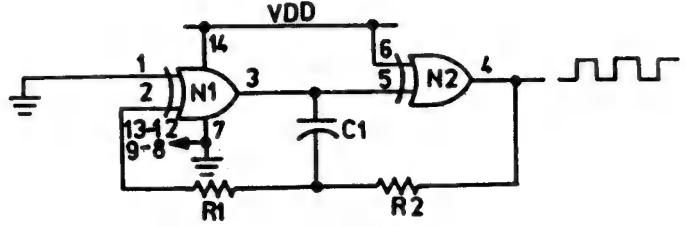
وعليه تكون قيمة تردد المذبذب على أساس القيم المعطاة

$$F = 10^6 / 2 \times 220 \times 4 = 570 \text{ HZ}$$

والجدير بالذكر أن المقاومة R يمكن أن تتراوح قيمتها ما بين 200 : 1000 Ω وتيار خرج المذبذب يكافئ تيار خرج العاكس 7404 وهو حوالي 16 mA عند المستوى المنخفض للخرج ويساوي 0.4 mA عند المستوى العالي للخرج.

الدائرة رقم (١٤)

الشكل (٤ - ١٥) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر يولد نبضات مربعة باستخدام بوابتين XOR عائلة CMOS طراز 4070.



شكل (٤ - ١٥)

عناصر الدائرة:

R_1, R_2

مقاومة كربونية (انظر الشرح)

C_1

مكثف كيميائي (انظر الشرح)

IC1

دائرة متكاملة CMOS طراز 4070

نظرية عمل الدائرة:

إذا افترضنا أن حالة الرجل 2 للبوابة N1 منخفضة فإن خرج البوابة N1 سيكون منخفضاً هو الآخر في حين يصبح خرج N2 عالياً. وبالتالي فإن المكثف C_1 سوف يشحن من خلال المقاومة R_2 وبعد تمام شحن C_1 فإن دخل N1 يصبح عالياً من خلال R_1 فبعكس حالة مخرج N1 ويصبح خرج N2 منخفضاً ليفرغ المكثف C_1 شحنته خلال R_1 وبعد تمام تفريغ C_1 يصبح دخل N1 منخفضاً وتتكرر دورة التشغيل.

ويلاحظ الحصول على نبضات مربعة عند مخرج N2 إذا كان $R_1 = R_2 = R$.

$$F = 0.6 / RC$$

وتردد الخرج في هذه الحالة يساوي HZ

وعلى ذلك فبتغيير قيمة كل من R و C يمكن تغيير تردد المذبذب علماً بأن

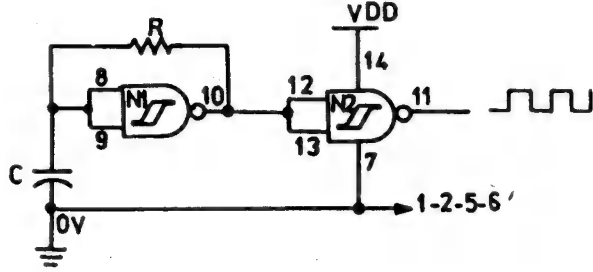
أقصى تيار خرج يمكن أخذه من الدائرة يكافئ تيار خرج البوابة N2.

والجدير بالذكر أن الرجل (18) للدائرة المتكاملة IC1 توصل بجهد تغذية

موجب يتراوح ما بين 18 V : 3 في حين أن الرجل (7) توصل بأرضي الدائرة.

الدائرة رقم (١٥)

الشكل (٤ - ١٦) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار باستخدام بوابتين Schmitt NAND عائلة CMOS طراز 4093.



شكل (٤ - ١٦)

عناصر الدائرة:

R	مقاومة كربونية $1M \Omega$
C	مكثف بوليستر سعته 33 nF
IC1 (N1 , N2)	دائرة متكاملة طراز 4093

فكرة موجزة عن الدائرة:

تردد خرج المذبذب يأتي من العلاقة:

$$F = 0.9 / RC$$

$$= 27 \text{ HZ}$$

وبتراوح الجهد V_{DD} ما بين 3 : 18 V.

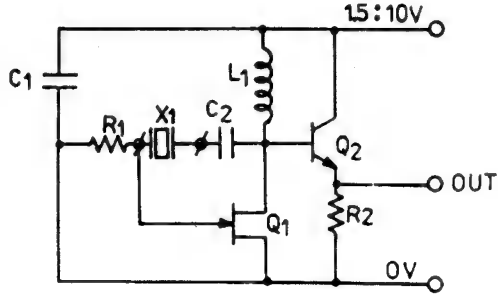
والجدير بالذكر أن خرج البوابة N1 يكون مشوهاً نتيجة تحميل المقاومة R على خرجها ولذلك استخدمت البوابة N2 لإزالة هذا التشويه.

وأقصى تيار يمكن أخذه من هذه الدائرة يكافئ تيار خرج N_2 ويساوى تقريباً 0.5 mA.

٤ / ٤- الدوائر العملية للمذبذبات اللا مستقرة البلورية

الدائرة رقم (١٦)

الشكل (٤ - ١٧) يعرض دائرة مذبذب بلورى يغذى بجهد منخفض.



شكل (٤ - ١٧)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 4.7 M Ω / 0.5W
R2	مقاومة كربونية 220 Ω / 0.5W
C1	مكثف سيراميكي سعته 22 nF
C2	مكثف سيراميكي سعته 1nF
L1	ملف حثه 1 mH
Q1	ترانزستور (FET) نوع N طراز BF 256
Q2	ترانزستور NPN طراز BC 147 AC
X1	بلورة ذات مدى تردد (100 KHZ: 10 MHZ)

نظرية عمل الدائرة:

يتم توصيل البلورة $X1$ ما بين المصرف D والبوابة G للترانزستور $Q1$ حيث تعمل ضمن دائرة رنين توازي والتي تشمل أيضاً الملف $L1$ والذي يستخدم لتحسين مدى تردد المذبذب. والمكثف $C1$ يعمل كمكثف ربط بين $X1$ ومرحلة خرج المذبذب.

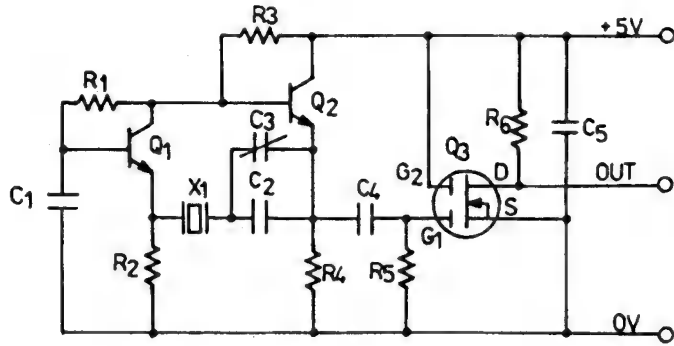
أما التغذية العكسية والإزاحة في زاوية الوجه والتي تصل إلى 180° فإنها تتوقف على السعة الداخلية لكل من دائرتي دخل وخرج الترانزستور $Q1$. ويعمل الترانزستور $Q2$ كمرحلة عزل ما بين مرحلة خرج المذبذب والحمل.

كما أنه يمكن استخدام بلورات ذات مدى تردد مختلف على حسب قيمة التردد المطلوب على ألا يتعدى تردد البلورة النطاق الترددي المسموح به والمحدد ما بين 100 KHZ: 10 MHZ.

ويمكن استخدام الدائرة في تطبيقات متنوعة وذلك لانخفاض جهد التغذية حيث إن أقل جهد تغذية يمكن أن تعمل عنده الدائرة $1.5V$.

الدائرة رقم (١٧)

الشكل (٤ - ١٨) يبين دائرة مذبذب بلوري.



شكل (٤ - ١٨)

عناصر الدائرة:

$R1$

مقاومة كربونية $33 K\Omega/0.5W$

R2, R4	مقاومة كربونية 220 Ω /0.5W
R3, R5	مقاومة كربونية 2.7K Ω /0.5W
R6	مقاومة كربونية $\geq 560 \Omega$ / 0.5W
C1	مكثف سيراميكي سعته 330 nF
C2	مكثف سيراميكي سعته 22 PF
C3	مكثف متغير سعته 20 PF
C4	مكثف سيراميكي سعته 1 nF
C5	مكثف سيراميكي سعته 100 nF
Q1,Q2	ترانزستور NPN طراز BF 494
Q3	ترانزستور (MOSFET) طراز BF 900
X1	بلورة ترددها ما بين (1:30) MHZ

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة يستخدم فيها دائرة رنين توالى حيث يمكن الحصول على استقرار عال لخرج المذبذب عن الدوائر التى يستخدم فيها دائرة رنين توازى. كما أن تصميم الدائرة يتيح الحصول منها على تردد يصل إلى 30 MHZ بدون أى إزاحة فى زاوية الوجه بين الدخل والخرج. كما أن الترانزستورين Q1, Q2 موصلان على شكل دائرة دفع وجذب وبتوصيل البلورة X1 ما بين باعشى الترانزستورين أدى ذلك إلى توفير إعاقة دخل وخرج منخفضة.

والترانزستور Q3 يمثل دائرة عزل فى مرحلة خرج المذبذب مما يؤدي إلى عزل دائرة المذبذب عن أى دائرة توصل عليه.

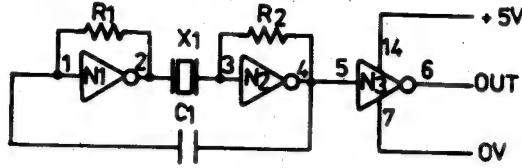
ومما تقدم يتضح أن المذبذب وفر لنا شرطى التشغيل الأمثل للعناصر الفاعلة. والى تتمثل فى:

١ - الإزاحة فى زاوية الوجه بين الدخل والخرج تساوى صفراً.

٢ - إعاقة دخل وخرج صغيرة لتقليل الفقد .

الدائرة رقم (١٨)

الشكل (٤ - ١٩) يعرض دائرة مذبذب بلورى من النوع TTL .



شكل (٤ - ١٩)

عناصر الدائرة:

R1, R2

مقاومة كربونية 470 Ω / 0-5W

C1

مكثف سيراميكي سعته يمكن أن تأخذ القيم التالية

1nF أو 10 nF أو 100 nF أو 330 nF

IC1 (N1:N3)

دائرة متكاملة TTL طراز 74LS 04

X1

بلورة كوارتز تردددها ما بين (400K: 10 M) HZ

نظرية عمل الدائرة:

باستخدام الدائرة المتكاملة IC1 والتي تحتوى على ستة عواكس وكذلك البلورة X1 على أساس الدائرة المبينة أمكن الحصول على مذبذب بلورى خرجته مناسب للمعالجات الدقيقة والتي تحتاج إلى ترددات ذات قيم محددة .

والدائرة يمكن الحصول منها على ترددات تتراوح ما بين 400 KHZ إلى ما يقرب من 10MHZ وهو ما يحدده تردد البلورة المستخدمة كما أنه يمكن التحكم فى تردد المذبذب بواسطة اختيار قيم المكثف C1 . فعندما تكون سعة C1 تساوى 100nF فإن تردد المذبذب يكون أقل من 500 KHZ أما إذا كانت سعة C1 تساوى 10 nF فإن تردد المذبذب يتراوح ما بين 500 KHZ إلى ما يقرب من 2MHZ . وإذا قلت سعة C1

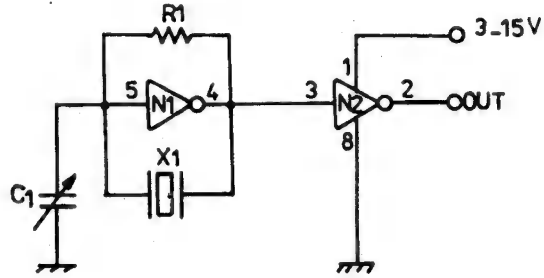
إلى 1nF فإن تردد المذبذب يرتفع ليصبح خلال مدى ترددى يتراوح ما بين 2MHz إلى 8MHz وباختبار سعة المكثف C_1 لتكون 330 nF فإن تردد المذبذب يصل إلى أقصى مدى ترددى له حيث يتراوح ما بين 8MHz إلى ما يقرب من 10 MHz .

ويجب ملاحظة أنه عندما يستخدم هذا النوع من المذبذبات عند ترددات أعلى من 10 MHz يتم إبدال سلسلة 74LS للدائرة المتكاملة بالسلسلة 74H لتكون مناسبة لتلك الترددات العالية .

كما أنه يجب عدم استخدام بوابات قاذح شميت فى هذا النوع من المذبذبات لأنها تتأثر بالسعات الشاردة مما يؤثر على استقرار تردد المذبذب .

الدائرة رقم (١٩)

الشكل (٤ - ٢٠) يعرض دائرة مذبذب بلورى من نوع CMOS .



شكل (٤ - ٢٠)

عناصر الدائرة:

R_1	مقاومة كربونية 1MΩ/ 0.5W
C_1	مكثف متغير سعته ما بين 5.5: 65 PF
IC ₁ (N ₁ , N ₂)	دائرة متكاملة CMOS طراز 4048
X ₁	بلورة كوارتز ترددها (1M : 14) MHz

نظرية عمل الدائرة:

باستخدام الدائرة المتكاملة IC₁ من عائلة CMOS طراز 4048 والتي تحتوى على ستة عواكس يمكن تكوين مذبذب بلورى له مدى ترددى يتراوح ما بين (1M: 14M) HZ وذلك بمساعدة البلورة X₁ والتي تحدد ذلك التردد.

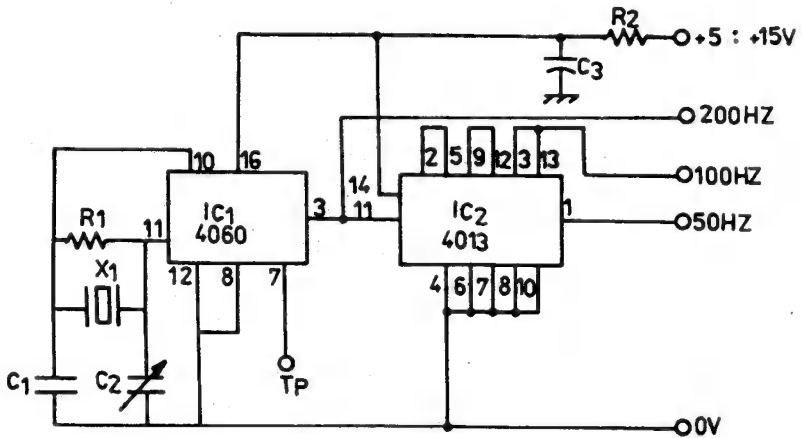
كما أنه باستخدام المكثف C₁ يمكن وبالتحكم فى سعته يتم تأكيد قيمة تردد المذبذب خلال المدى المتاح حيث إن القيم الأكبر لسعة المكثف يقابلها الترددات المنخفضة لخرج المذبذب والعكس بالعكس.

ولما كانت الدائرة المتكاملة من عائلة CMOS فإن مدى التغذية المتاح للمذبذب يتراوح ما بين V(3:15).

كما أنه يمكن استخدام مكثف ثابت السعة حيث تتراوح سعته ما بين (22PF:68PF) مع الأخذ فى الاعتبار القيمة المناسبة لتلك السعة على أساس التردد المطلوب استرشادا بمكثف متغير فى بادئ الأمر.

الدائرة رقم (٢٠)

الشكل (٤ - ٢١) يعرض دائرة مذبذب بلورى مع دائرة متكاملة من النوع CMOS.



شكل (٤ - ٢١)

عناصر الدائرة:

R ₁	مقاومة كربونية 10 MΩ/0.5W
R ₂	مقاومة كربونية 100Ω/0.5W
C ₁	مكثف سيراميكي سعته 22PF
C ₂	مكثف متغير سعته ما بين 2:22 PF
C ₃	مكثف كيميائي سعته 10 μF - 16V
IC ₁	دائرة متكاملة CMOS طراز 4060
IC ₂	دائرة متكاملة CMOS طراز 4013
X ₁	بلورة ترددها 3.2768 MHZ

نظرية عمل الدائرة:

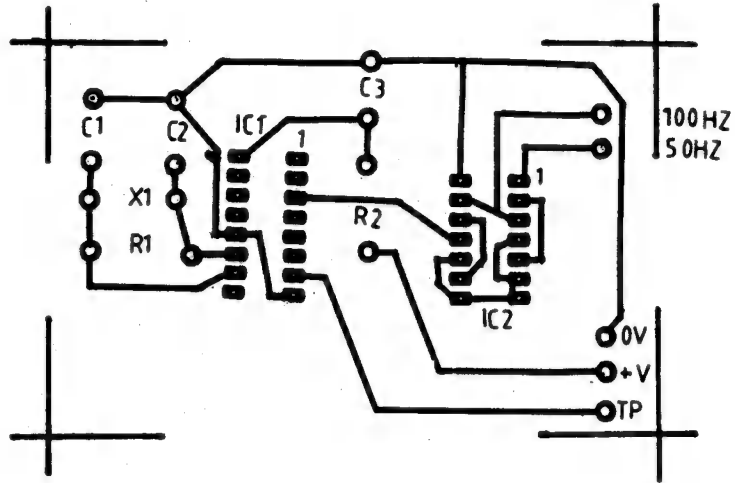
الدائرة المبينة مكونة من دائرتين متكاملتين من النوع CMOS وبلورة X₁ ويمكن من الدائرة أخذ ترددات مختلفة 50, 100, 200HZ حيث يمكن استخدام التردد 50 HZ كنضبات الساعة في بعض الدوائر وكذلك في أجهزة قياس التردد. ونظراً لاتساع نطاق جهد التغذية الخاص بالدائرة 5:10 V فإنه يمكن استخدامها كنضبات ساعة في الساعات الرقمية الخاصة بالسيارات.

الدائرة المتكاملة IC₁ تحتوى على مذبذب ومقسم تردد يصل إلى المستوى 2¹⁴. وعن طريق المكثف C₂ يمكن ضبط إطار تردد المذبذب حيث يمكن الحصول على موجة مربعة ذات تردد 200 HZ من الطرف رقم (3).

وبمساعدة المذبذب الداخلى للدائرة المتكاملة IC₂ يمكن تقسيم الموجة المربعة تلك على (2) ومن ثم على (4) وبذلك يمكن الحصول على الترددات 50 HZ و 100 HZ على كل من الأطراف (1,13) للدائرة IC₂ بالترتيب.

كما أنه يمكن ضبط تردد المذبذب باستخدام جهاز قياس التردد حيث يوصل على الطرف 7 للدائرة IC₁ ومن ثم يتم ضبط المكثف C₂ حتى يعطى جهاز القياس 204.8. HZ والجدير بالذكر أن جهد التغذية المتاح للدائرة يتراوح ما بين 5:15 V وتيار 0.5:2.5 mA.

والشكل (٤ - ٢٢) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة باستخدام لوحة مطبوعة أبعادها 9X7 Cμ وجه واحد.

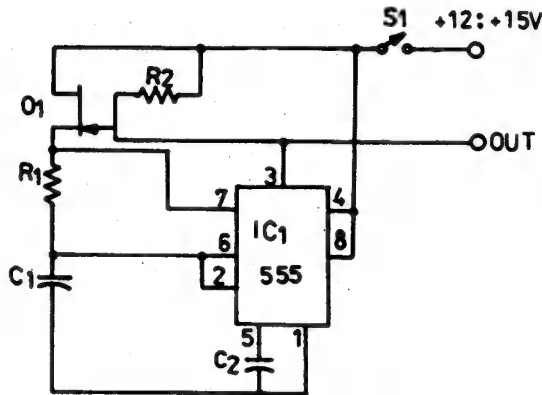


شكل (٤ - ٢٢)

٥ / ٤ - الدوائر العملية للمذبذبات اللا مستقرة المرتكزة على المؤقت الزمني 555

الدائرة رقم (٢١)

الشكل (٤ - ٢٣) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر يعطى نبضات لها معامل خدمة 50% باستخدام المؤقت الزمني 555.



شكل (٤ - ٢٣)

عناصر الدائرة:

R ₁	مقاومة كربونية 100K Ω /0.5W
R ₂	مقاومة كربونية 4.7K Ω /0.5W
C ₁	مكثف كيميائي سعته 6800PF-25V
C ₂	مكثف كيميائي سعته 0.01 μ F-25V
Q ₁	ترانزستور FET طراز 2N4861
IC ₁	مؤقت زمني طراز 555
S	مفتاح قطب واحد سكة واحدة

نظرية عمل الدائرة:

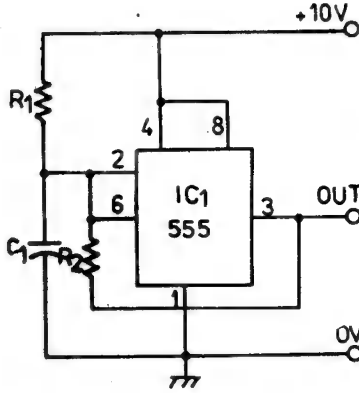
المؤقت الزمني IC₁ يعمل في الدائرة كمولد موجة مربعة وعناصر التوقيت الموجودة بالدائرة هي R₁, C₁ كما يلاحظ أن الترانزستور Q₁ موصل في الدائرة بدلاً من مقاومة التوقيت الثانية وبالتالي فإن عنصرى التوقيت يتصلان بجهد التغذية عن طريق Q₁ والذي يعمل كمفتاح والذي يتوقف خرجه على الخرج الأساسي للمذبذب وذلك لاتصال قاعدته بالطرف رقم 3 للمذبذب IC₁ وهو طرف خرج المذبذب كما أن المقاومة R₂ تغذى الترانزستور بالجهد الكافى لجعله فى حاله ON عندما يكون خرج المذبذب فى المستوى العالى (H).

وعليه فإننا نحصل من المذبذب على خرج ذى دورة تشغيل تساوى 50%.

الدائرة رقم (٢٢)

الشكل (٤ - ٢٤) يعرض دائرة مذبذب نبضات الساعة تردده 60 HZ وله معامل خدمة 50%.

عناصر الدائرة:



R1 75K Ω /0.5W مقاومة كربونية

R2 10 K/0.5W مقاومة كربونية

C1 1 μ F - 25V مكثف كيميائي سعته

IC1 مؤقت زمنى طراز

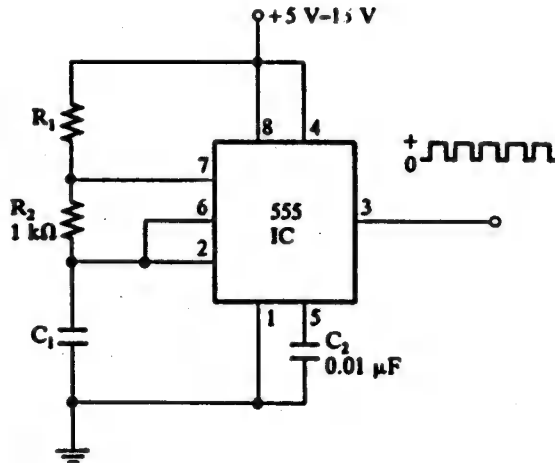
555

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة تعطي موجة مربعة ترددها 60HZ
عند القيم المذكورة للعناصر المستخدمة. وباستخدام R2 والتي تعمل كدائرة تغذية عكسية تحصل من خرج المذبذب على دورة تشغيل بنسبة 50%.

الدائرة رقم (٢٣)

الشكل (٢٥ - ٤) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر باستخدام المؤقت 555.



شكل (٢٥ - ٤)

عناصر الدائرة:

R ₁	مقاومة كربونية 10KΩ/0.5W
R ₂	مقاومة كربونية 20KΩ/0.5W
C ₁	مكثف بوليستر سعته 2nF
C ₂	مكثف بوليستر سعته 0.01 μF
IC	مؤقت زمني طراز 555

نظرية عمل الدائرة:

تردد خرج المذبذب يساوي

$$F = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C_1} = 14400 \text{ HZ}$$

كما أن معامل دورة الخدمة للمذبذب يساوي

$$D = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2} = 0.6$$

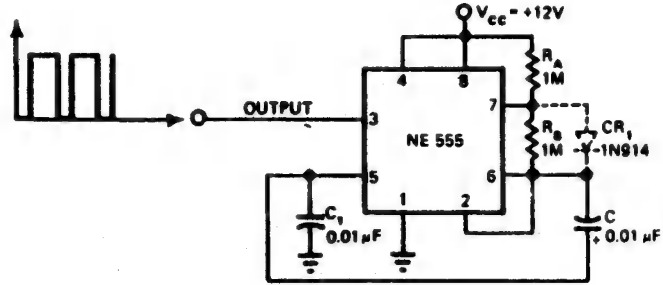
وتتراوح قيمة المقاومة الكربونية R₁, R₂ ما بين 1.5 KΩ: 3.3 MΩ.

وقيمه المكثف C₁ ما بين 470μF: 470PF.

كما أنه لا يجب أن يتعدى تيار الخرج 200 mA والجدير بالذكر أنه لا يمكن الحصول على معامل خدمة أقل من 0.5 باستخدام هذه الدائرة مهما كانت قيم R₁, R₂.

الدائرة رقم (٢٤)

الشكل (٤ - ٢٦) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر باستخدام المؤقت NE555 والثنائي CR₁ للحصول على موجة مربعة ومعامل دورة الخدمة 50%.



شكل (٤ - ٢٦)

عناصر الدائرة:

R_A, R_B

مقاومة كربونية $1M\Omega$

C_1, C

مكثف كيميائي سعته $0.01 \mu F - 16V$

CR_1

ثنائي طراز 1N914

IC_1

مؤقت زمني طراز NE 555

نظرية عمل الدائرة:

يشحن المكثف C من خلال المقاومة R_A ثم الثنائي CR_1 في حين يفرغ المكثف C شحنته خلال R_B .

وعلى ذلك فإن:

زمن بقاء الخرج عالياً T_H يأتي من العلاقة

$$T_H = 0.7 R_A C$$

زمن بقاء الخرج منخفضاً T_L يأتي من العلاقة

$$T_L = 0.7 R_B C$$

$$T = T_H + T_L = 0.7 (R_A + R_B) C$$
$$F = \frac{1}{T} = \frac{1.43}{(R_A + R_B) C} \quad \text{HZ}$$
$$DC\% = \frac{T_H}{T_H + T_L} \times 100 = \frac{R_A}{R_A + R_B} \times 100$$

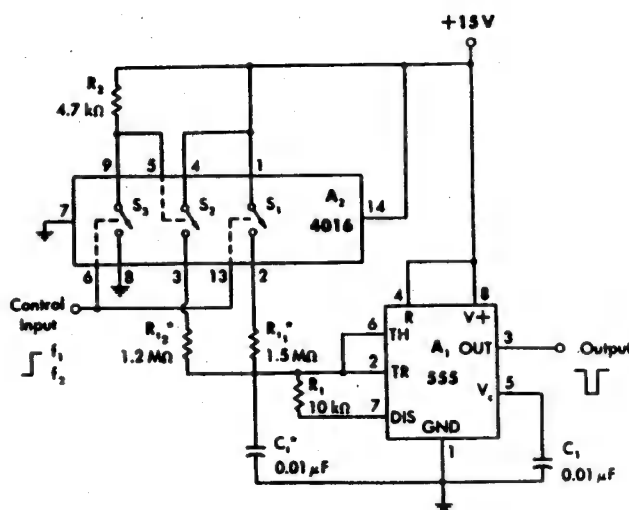
فمثلا: إذا كان $R_A = 30\text{ K}\Omega$ ، $R_B = 300\text{ K}\Omega$ فإن

$$\text{DC\%} = 9\%$$

F = 433 HZ

الدائرة رقم (٢٥)

الشكل (٤ - ٢٧) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر ميرمج باستخدام المؤقت NE555 وكذلك المفتاح الثنائي الاتجاه CMOS طراز 4016.



شکل (۴-۲۷)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 10 K Ω
R2	مقاومة كربونية 4.7K Ω
Rt1	مقاومة كربونية 1.5 M Ω
Rt2	مقاومة كربونية 1.2 M Ω
C1, Ct1	مكثف كيميائي سعته 0.01 μ F - 16V
A1	دائرة متكاملة المؤقت الزمني طراز NE555
A2	دائرة متكاملة طراز 4016

نظرية عمل الدائرة:

عندما يكون الجهد عند الأرجل 13 و 6 للدائرة المتكاملة 4016 مرتفعاً يغلق المفتاح S1, S3 فيصبح تردد الموجة الخارجة على الرجل 3 مساوياً:

$$F = 1.44 / R_{t1} C_t = 100 \quad \text{HZ}$$

حيث إن:

$$. R_1 \ll R_{t1}$$

وعندما يكون الجهد عند الأرجل 13 و 6 للدائرة المتكاملة 4016 منخفضاً يغلق المفتاح S2 ويصبح تردد موجة الخرج للمذبذب مساوياً:

$$F = 1.44 / R_{t2} C_t = 120 \quad \text{HZ}$$

حيث إن:

$$. R_1 \ll R_{t2}$$

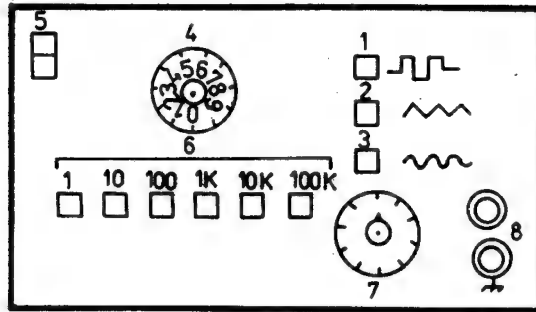
الباب الخامس

مولدات الدوال ودوائرها العملية

مولدات الدوال ودوائرها العملية

٥ / ١ - مقدمة

تستخدم مولدات الدوال فى توليد موجات مربعة ومثلثة وجيبية... إلخ، والتي تحتاج إليها فى اختيار وإصلاح ومعايرة الدوائر الإلكترونية، وتتميز مولدات الدوال بإمكانية تغيير كل من التردد والقيمة القصوى للموجة المولدة، والشكل (٥ - ١)، يعرض مخططاً توضيحياً لمولد دوال يعطى ثلاث موجات، وهى مربعة، مثلثة، جيبية.



شكل (٥ - ١)

حيث ان :

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1 | مفتاح اختيار الموجة المربعة |
| 2 | مفتاح اختيار الموجة المثلثة |
| 3 | مفتاح اختيار الموجة الجيبية |
| 4 | مفتاح ضبط التردد |
| 5 | مفتاح الوصل والفصل |
| 6 | مفاتيح مدى الترددات |

7

مفتاح تحديد القيمة القصوى للموجة المولدة

8

مخارج مولد الدوال

طريقة استخدام مولد الدوال :

لاستخدام مولد الدوال الذى نحن بصدده والمبين بالشكل (٥ - ١) لتوليد موجة جيبية ترددها 8KHZ وسعتها 4V تتبع النقاط التالية :

١ - نضع المفتاح 5 فى وضع ON .

٢ - نضغط على مفتاح اختيار الموجة الجيبية 3 .

٣ - نحدد مدى التردد بالضغط على مفتاح 1KHZ ضمن مفاتيح المدى 6 .

٤ - ندير مفتاح ضبط التردد 4 وصولاً للوضع 8 .

٥ - نضبط سعة الموجة المتولدة بواسطة مفتاح ضبط السعة 7 .

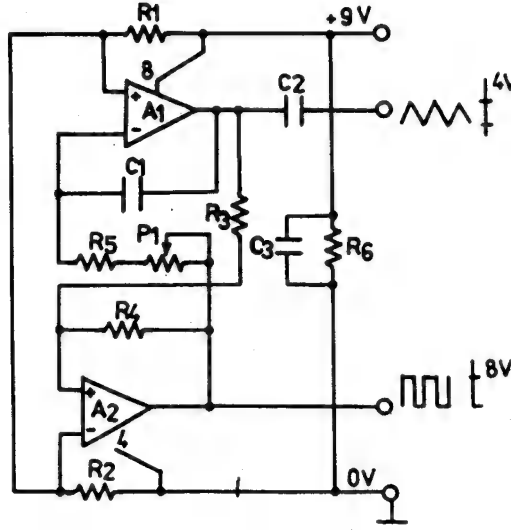
ويمكن الاستعانة بجهاز الأسيلسكوب فى النقاط ٤ ، ٥ .

ويلاحظ عادة عند استخدام مولدات الدوال لتوليد موجات لها قيم قصوى صغيرة تستخدم مقاومة على التوالى مع الطرف الموجب لمولد الدوال تساوى ($100K\Omega : 1M\Omega$)، وذلك للتخلص من الضوضاء الشديدة Noise التى تصاحب هذه الموجات .

٥ / ٢ - الدوائر العملية لمولدات الدوال

الدائرة رقم (٢٦)

الشكل (٥ - ٢) يعرض دائرة مولد دوال فى مدى التردد الصوتى (AF) .



شكل (٥ - ٢)

عناصر الدائرة:

R_1, R_2, R_5	مقاومة كربونية $10K\Omega/0.5W$
R_3	مقاومة كربونية $47K\Omega/0.5W$
R_4, R_6	مقاومة كربونية $100K\Omega/0.5W$
P_1	مقاومة متغيرة $100K\Omega/1W$
C_1	مكثف سيراميكي سعته 4.7 nF
C_2, C_3	مكثف سيراميكي سعته 100 nF
$IC_1 (A_1, A_2)$	مكبر عمليات مزدوج طراز TLC 272

نظرية عمل الدائرة:

تقوم الدائرة بتوليد موجة مثلثة وأخرى مستطيلة في خلال نطاق التردد الصوتي، والدائرة المتكاملة IC_1 عبارة عن مكبر عمليات مزدوج من عائلة CMOS، حيث إنها تتميز باستهلاك تيار صغير وتعمل من خلال مدى واسع من الترددات.

مكبر العمليات A2 يعمل كقادح شميت ويمثل خرجه موجة مستطيلة ويقوم A1 والموصل على شكل مكامل بتحويل خرج A2 إلى موجة مثلثة.

ويتوقف تردد المولد على العلاقة R/C .

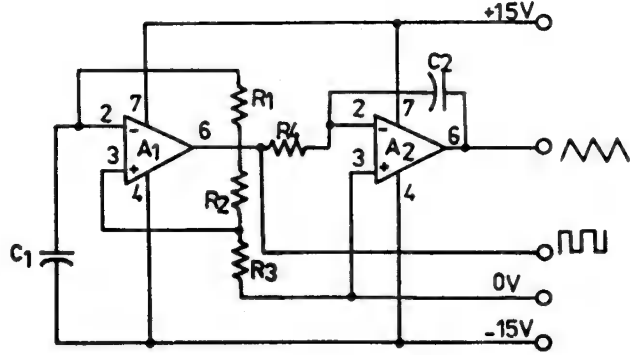
ويمكن حساب تردد المولد من العلاقة

$$F = R4 / 4 [(R5 + P1) (R3C1)]$$

وعليه يمكن التحكم في تردد المولد بواسطة P1 .

الدائرة رقم (٢٧)

الشكل (٣ - ٥) يعرض دائرة مولد دوال يعطى موجة مربعة وأخرى مثلثة.



شكل (٣ - ٥)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 100KΩ/0.5W
R2	مقاومة كربونية 22KΩ/0.5W
R3 , R4	مقاومة كربونية 10KΩ/0.5W
C1	مكثف كيميائي سعته 0.2 μF - 25V
C2	مكثف كيميائي سعته 1 μF - 25V
IC1 (A1 , A2)	مكبر عمليات طراز 741

نظرية عمل الدائرة:

– مكبر العمليات A_1 موصل في الدائرة كمذبذب عديم الاستقرار وخرجه يتغير بشكل ثابت من المستوى العالي إلى المستوى المنخفض، كما أن له ممرين للتغذية الخلفية الأول إلى الطرف غير العاكس (3) عن طريق R_2 , R_3 والثاني لتحديد الجهد المرجعي عند ذلك المدخل، أما الممر الثاني إلى الطرف (2) عن طريق C_1 , R_1 ، حيث يقومان بتحديد تردد المذبذب.

– مكبر العمليات A_2 موصل في الدائرة كمكامل، حيث يقوم بتحويل الموجة المربعة من خرج A_1 إلى موجة مثلثة ترددها يساوي تردد الموجة المربعة.

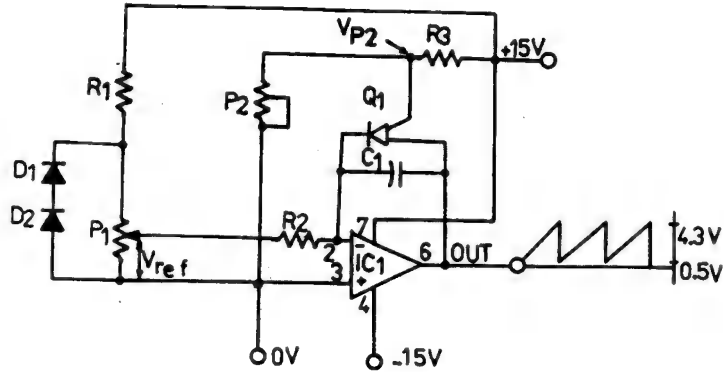
ولعدم تشوه الموجة المثلثة يفضل أن يكون الثابت الزمني R_4C_2 مساوياً لضعف الثابت الزمني C_1R_1 .

ويمكن حساب تردد المولد من العلاقة:

$$F = 1 / 2R_1C_1 \quad \text{HZ}$$

الدائرة (٢٨)

الشكل (٥ - ٤) يعرض دائرة مولد موجة سن المنشار.



شكل (٥ - ٤)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 10K Ω / 0.5W
R2, R3	مقاومة كربونية 100K Ω / 0.5W
P1	مقاومة متغيرة 10K Ω / 1W
P2	مقاومة متغيرة 50K Ω / 1W
C1	مكثف كيميائي سعته 0.1 μ F - 15V
D1, D2	موحد سليكونى طراز 1N914
Q1	ترانزستور PUT طراز 2N6027
IC1	مكبر عمليات Op - Amp طراز 741

نظرية عمل الدائرة:

يوصل مكبر العمليات بالدائرة كمكامل، وبالتالي فإن جهد الدخل الموصل على الطرف العاكس (2) يؤدي إلى شحن المكثف C1 خطياً إلى جهد التشبع +V_{sat}، وفي نفس الوقت يظهر في خرج المكامل جهد خطى يزداد فى الاتجاه الموجب والذي يؤدي عند نقطة معينة إلى توصيل الترانزستور Q1 ليصبح (ON)، الأمر الذى يؤدي إلى تفريغ المكثف C1 من خلاله إلى أرضى الدائرة لتكتمل نبضة الخرج الأول للمكامل ثم تعاد دورة شحن وتفريغ المكثف C1 لنحصل على موجة سن المنشار فى خرج المكامل.

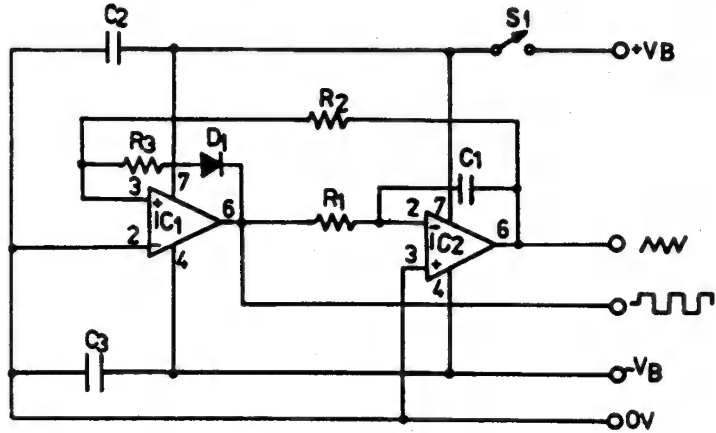
الموحدان D1 , D2 يؤديان إلى استقرار الجهد عبر المقاومة المتغيرة P1 (جهد الدخل)، كما تقوم P2 بتحديد جهد القدح للترانزستور Q1 والذي عنده تبدأ دورة عمل جديدة للمولد.

ويمكن حساب تردد المولد من العلاقة التالية:

$$F = \frac{V_{erf}}{R_2 C_1} \times \frac{1}{V_{p2} - 0.5V} \text{ HZ}$$

الدائرة رقم (٢٩)

الشكل (٥ - ٥) يعرض دائرة مولد إشارة مستطيلة وأخرى مثلثة .



شكل (٥ - ٥)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية 120K Ω / 0.5W
R2	مقاومة كربونية 100K Ω / 0.5W
R3	مقاومة كربونية 270K Ω / 0.5W
C1	مكثف سيراميكي سعته 120 nF
C2 , C3	مكثف سيراميكي سعته 100 nF
D1	موحد سليكوني طراز 1N4148
IC1 , IC2	مكبر عمليات Op - Amp طراز 741
VB	جهد التغذية
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة

نظرية عمل الدائرة :

بغلق المفتاح S1 واكتمال دائرة المولد بوصول جهد التغذية VB + إليها يبدأ المولد

فى العمل، فإذا فرضنا أن خرج IC1 كان سالباً فإن D1 سيوصل هذا الجهد إلى الطرف غير العاكس (3) ليصبح جهده سالباً أيضاً، ولما كان الطرف العاكس (2) موصل بأرضى الدائرة فإن خرج IC1 سيبقى سالباً، هذا الخرج سيمر من طريق R1 إلى الطرف العاكس (2) لمكبر العمليات IC2، ونظراً لوجود C1 فإن خرج IC2 لن يتغير فجأة، ولكنه سيتغير خطياً هذه الزيادة وعن طريق R2 سيتحول جهد الطرف غير العاكس (3) لمكبر العمليات الأول IC1 إلى الجهد الموجب مما يؤدي إلى تحويل خرج IC1 إلى الموجب ويسرعة ويبقى على هذا الوضع، حيث يبدأ C1 فى الشحن وبانتهاء شحن C1 يبدأ فى التفريغ، مما يؤدي إلى انخفاض خرج IC2 خطياً، ويصبح D1 فى الانحياز العكسى وعندما يصل جهد الطرف غير العاكس (3) للمكبر IC1 إلى 0V فإن الخرج يتحول مرة أخرى إلى السالب لتتكرر العملية مرة أخرى.

وعلى ذلك نحصل من المولد على موجة مربعة متماثلة حول محور الصفر وأخرى مثلثة موجبة، حيث يكون جهد القمة للموجة المثلثة يساوى:

$$V_{pp} = -V_B - 2 \cdot \frac{R_2}{R_3} V$$

أما التردد فيساوى:

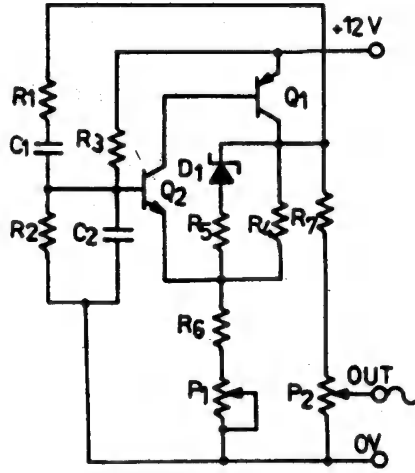
$$F = \frac{1}{2R_1C_1} \cdot \frac{R_3}{R_2} \text{ HZ}$$

حيث إن:

R2, R3 بالأوم وسعة المكثف C1 بالفاراد.

الدائرة رقم (٣٠)

الشكل (٥ - ٦) يعرض دائرة مولد موجة جيبيه ذات تردد منخفض .



شكل (٥ - ٦)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية $220K\Omega$
R2	مقاومة كربونية $270K\Omega$
R3	مقاومة كربونية $1M\Omega$
R4	مقاومة كربونية $1.5 K\Omega$
R5	مقاومة كربونية $2.2 K\Omega$
R6	مقاومة كربونية 330Ω

R7

مقاومة كربونية 10KΩ

* جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 0.5W.

P1

مقاومة متغيرة 1KΩ / 1W

P2

مقاومة متغيرة 10KΩ / 1W

C1, C2

مكثف سيراميكي سعته 100 nF

D1

موحد زينر 5V6 - 400 mw

Q1

ترانزستور PNP طراز BC 557C

Q2

ترانزستور NPN طراز BC 549C

نظرية عمل الدائرة:

بتوصيل جهد التغذية إلى الدائرة تبدأ الدائرة في التذبذب، حيث تحدد العناصر C1, C2, R1, R2 والموصلة على شكل قنطرة تردد المذبذب.

ويحسب تردد المذبذب من العلاقة:

$$F = 1 / 2\pi R_1 R_2 C_1 C_2 . \text{ HZ}$$

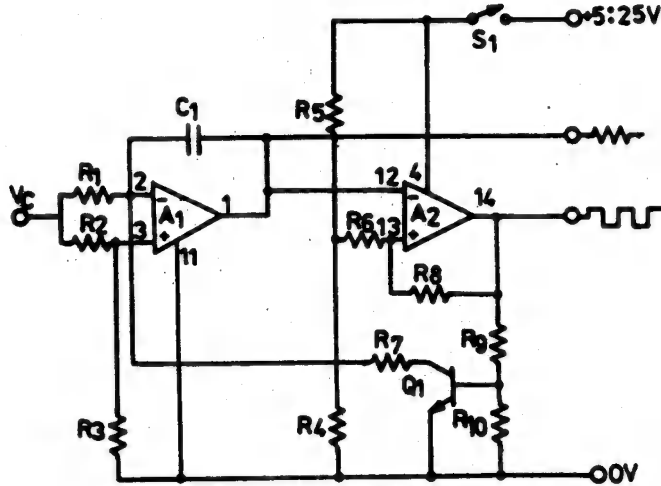
كما أن ثنائي الزينر يقوم بتنظيم جهد خرج المذبذب، فعندما يبدأ جهد خرج المذبذب في الزيادة يبدأ موحد الزينر بالتوصيل، مما يؤدي إلى خفض كسب مرحلة التكبير، الأمر الذي يؤدي إلى تخميد الذبذبات.

وللمحافظة على إشارة الخرج من التشويه الذي يمكن أن يحدثه موحد الزينر بها، فإنه تم توصيل المقاومة R5 على التوالي مع الزينر، ومعهما على التوازي المقاومة R4، فعندما يقترب جهد إشارة الخرج من جهد موحد الزينر، فإن ممانعة الدائرة المكونة من R4, R5, D1 تقل، وبالتالي يتم توليد موجة جيبيية خالية من التشوه.

وباستخدام المقاومة المتغيرة P1 يمكن تجنب قص موجة الخرج، كما يمكن ضبط P2 للتحكم في جهد الخرج والذي يقع في المدى من 0V إلى 4V.

الدائرة رقم (٣١)

الشكل (٧ - ٥) يعرض دائرة مذبذب متحكم به بالجهد VCO يعمل كمولد للموجة المربعة وأخرى مثلثة.



شكل (٧ - ٥)

عناصر الدائرة:

R1, R6, R8	مقاومة كربونية 100KΩ / 0.5W
R2, R3, R7	مقاومة كربونية 47KΩ / 0.5W
R4, R5, R9, R10	مقاومة كربونية 10KΩ / 0.5W
C1	مكثف سيراميكي سعته 47 nF
Q1	ترانزستور NPN طراز BC547
IC1 (A1, A2)	مكبر عمليات طراز LM324
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة

نظرية عمل الدائرة:

يعمل المكبر A1 كمكامل، وحيث إن المكثف C1 يعتبر من مكونات دائرة المكامل

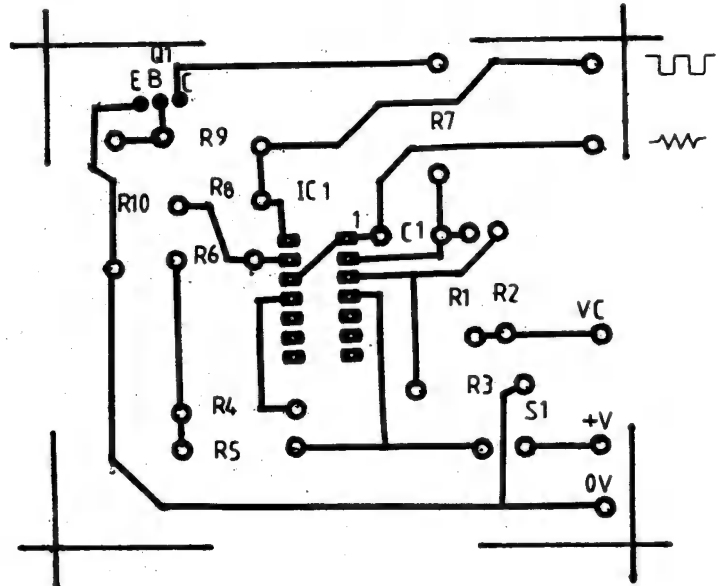
فبجعل المفتاح S1 فى وضع ON يشحن المكثف C1 بتيار ثابت يتوقف على مستوى إشارة جهد التحكم المستخدمة VC، وعلى ذلك فإن خرج المكامل ينخفض خطياً، هذا الانخفاض يؤدي إلى زيادة خرج المقارن المكون من المكبر A2 والعناصر الملحقه به.

التغير فى خرج المقارن A2 يؤدي إلى تحويل الترانزستور Q1 إلى حالة التوصيل ON، وفى هذه الأثناء يقوم C1 بتفريغ شحنته، مما يؤدي إلى زيادة خرج A1 زيادة خطية هذه الزيادة فى خرج A1 يؤدي إلى انخفاض خرج A2، فيتوقف عمل الترانزستور Q1، ويتحول إلى OFF ليبدأ C1 فى الشحن مرة أخرى .. وهكذا.

وبذلك نحصل على موجة مثلثة من خرج A1، وأخرى مربعة من خرج A2، كما أنه يمكن التحكم فى تردد إشارة الخرج بواسطة جهد التحكم VC خلال مدى يتراوح ما بين 0V إلى ما يقرب من جهد التغذية والذي يتراوح ما بين (5 : 25) V.

دورة عمل إشارة الخرج 50% عندما تكون $R_2 = R_3$ ، وكذلك $R_1 = 2R_7$ ، كما أن العلاقة ما بين R4, R5 تحدد مستوى الجهد المستمر للإشارة المثلثة.

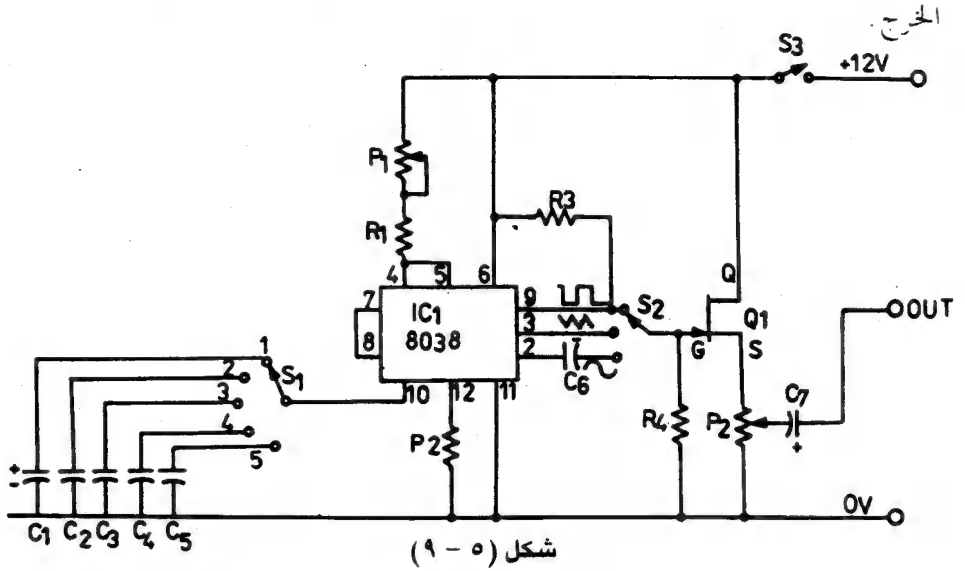
والشكل (٥ - ٨) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التى نحن بصدددها على لوحة نحاسية وجه واحد.



شكل (٥ - ٨)

الدائرة رقم (٣٢)

الشكل (٥ - ٩) يعرض دائرة مولد دوال باستخدام الدائرة المتكاملة (8038) ونحصل منها على موجة مربعة، مثلثة، جيبيية، كما يمكن التحكم في تردد



عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 1KΩ / 0.5W
R2, R3	مقاومة كربونية 100KΩ / 0.5W
R4	مقاومة كربونية 1MΩ / 0.5W
P1	مقاومة متغيرة 10KΩ / 1W
P2	مقاومة متغيرة 1KΩ / 1W
C1	مكثف كيميائي سعته 100μF - 40V
C2	مكثف كيميائي سعته 10μF - 40V
C3, C6, C7	مكثف كيميائي سعته 1μF - 40V
C4	مكثف كيميائي سعته 0.1μF - 40V

C5	مكثف كيميائي سعته 0.01μF - 40V
Q1	ترانزستور (FET) طراز 2N5457
IC1	دائرة متكاملة (مولد دوال VCO) طراز 8083
S1	مفتاح اختيار دوار قطب واحد خمس سكك
S2	مفتاح اختيار دوار قطب واحد ثلاث سكك
S3	مفتاح قطب واحد سكة واحدة.

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة المتكاملة 8083 تعتبر مذبذب متحكم بجهد Voltage Control OSC. (VCO)، له ثلاثة مخارج في نفس الوقت، حيث يعطى ثلاثة أشكال للموجات وهي:

١ - موجة مربعة على طرف الخرج (9).

٢ - موجة مثلثة على طرف الخرج (3).

٣ - موجة جيبية على طرف الخرج (2).

ومجال تردد مولد الدوال هذا يتراوح ما بين أقل من 0.001HZ إلى أكثر من 1MHZ، ومن هنا يتبين مدى دقة تردد مولد الدوال 8083، كما أن تردد المذبذب يأتي من العلاقة:

$$F = \frac{0.15}{RC} = 0.15 / (P1 + R1) C1 : C5 \quad \text{HZ}$$

ومن العلاقة يمكن التحكم في تردد خرج مولد الدوال عن طريق التحكم في كل من سعة المكثف C5 : C1، وذلك باستخدام المفتاح S1، كما يتم ضبط التردد بدقة بواسطة ضبط المقاومة المتغيرة P1.

وعلى أساس قيم العناصر المستخدمة في تلك الدائرة فإن مجال تردد خرج المولد يتراوح ما بين 0.14HZ إلى حوالى 15KHZ.

وبواسطة المفتاح S2 يمكن اختيار شكل الخرج المطلوب.

الترانزستور Q1 يعمل كمرحلة عزل ما بين خرج مولد الدوال والحمل، وذلك لتقليل الفقد في الخرج، أما المقاومة المتغيرة P2 فبواسطتها يتم التحكم في جهد الخرج، وكذلك يمكن زيادة تردد المولد بتقليل قيمة المكثفين C1 : C5 والمقاومة R1 والمتغيرة P1. أما المكثف C7 فيعمل كمكثف ربط ولإزالة الجهود المستمرة عن الدائرة المراد تغذيتها بخرج المولد، والمكثف C6 لزيادة نقاء الموجة الجيبية، وكذلك لمنع تشوهها.

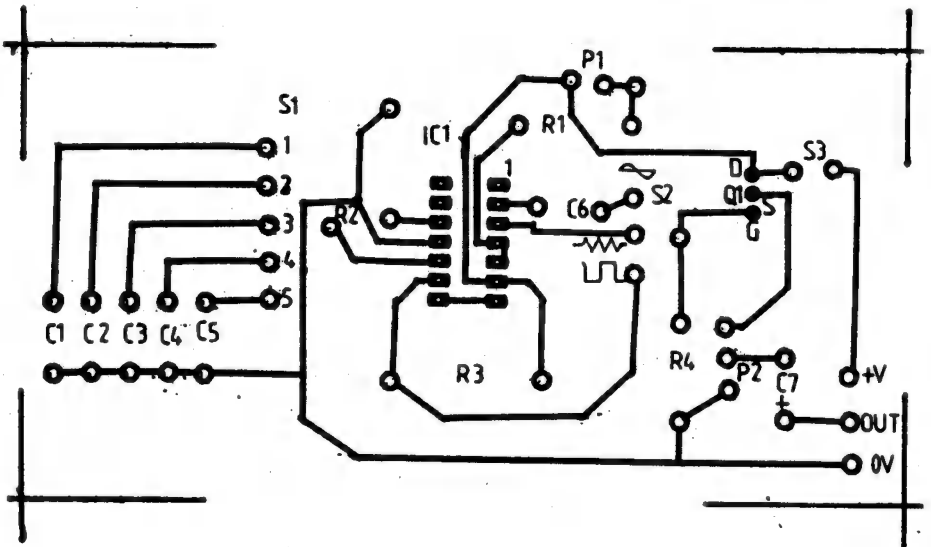
أما عن جهود الموجات التي نحصل عليها من الدائرة وتحت القيم المستخدمة فهي:

١ - الموجة المثلثة $V_{PP} = 4V$.

٢ - الموجة المربعة $V_{PP} = 2V$.

٣ - الموجة الجيبية $V_{PP} = 1V$.

والشكل (٥ - ١٠) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التي نحن بصدددها على لوحة نحاسية وجه واحد.



شكل (٥ - ١٠)

الباب السادس

تطبيقات على المذبذبات الأحادية الاستقرار

تطبيقات على المذبذبات الأحادية الاستقرار

١/٦ - مقدمة

يمكن القول بأنه لا توجد عملية صناعية لا تحتوى على بعض المراحل التى تجرى خلال أزمنة محددة ومن هنا جاءت الحاجة الماسة للمؤقتات الزمنية .

والجدير بالذكر أنه يوجد عدة أنواع من المؤقتات الزمنية حسب خواص تشغيلها وأهمها مايلي :

١- المؤقت الزمنى الذى يوخز عند التوصيل Delay on timer فعند وصل التيار الكهربى لهذا المؤقت ينعكس وضع ريش تلامس المؤقت بعد تأخير زمنى مقداره t وهو الزمن المعايير عليه المؤقت فتصبح الريش المغلقة طبيعياً NC مفتوحة والريش المفتوحة طبيعياً NO مغلقة .

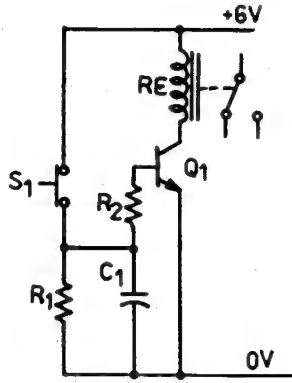
٢- المؤقت الزمنى النبضى Pulse timer وهو يعكس حالة ريشه عند وصول التيار الكهربى له وتعود ريشه لوضعها الطبيعى بعد انتهاء الزمن المعايير عليه المؤقت .

والجدير بالذكر أن المؤقتات الزمنية هى أهم التطبيقات التى تستخدم فيها المذبذبات الأحادية الاستقرار .

٢/٦ - دوائر عملية للمؤقتات الزمنية

الدائرة رقم (٣٣)

الشكل (٦ - ١) يعرض دائرة مؤقت بسيط يعمل لمدة مقدارها 8 Sec من لحظة الضغط على الضاغط S_1 .



شكل (٦ - ١)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 47K Ω /0.5W
R2	مقاومة كربونية 33K Ω /0.5W
C1	مكثف كيميائي سعته 100 μ F-16V
Q1	ترانزستور NPN طراز 2N2926
RE	ريلاى مقاومته 200 Ω
S1	ضاغط بريشة مفتوحة (N.O)

نظرية عمل الدائرة:

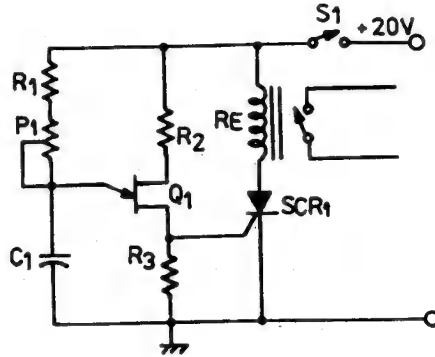
بالضغط على الضاغط S1 فإن المكثف C1 يشحن فى زمن قصير وعندما يصل الجهد إلى قاعدة الترانزستور Q1 إلى 0.7V فإنه يتحول إلى ON ويمر تيار المجمع الذى يؤدي بدوره إلى عمل الريلاى RE.

برفع الضغط من على S1 فإن المكثف C1 سوف يفرغ شحنته خلال المقاومة R2 لموصلة على قاعدة Q1 وعند انخفاض الجهد على قاعدة Q1 إلى 0.5V سيتحول Q1 إلى OFF وبالتالي سيتوقف تيار المجمع وسيتوقف الريلاى عن العمل.

وطبقاً لقيم العناصر المستخدمة في الدائرة فإن الريلاى يبقى يعمل لمدة 8Sec ويمكن زيادة تلك المدة بتقليل سعة المكثف C1.

الدائرة رقم (٣٤)

الشكل (٦ - ٢) يعرض دائرة مؤقت زمنى يعمل لمدة 1.5min باستخدام ترانزستور (UJT).



شكل (٦ - ٢)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية 10K Ω /0.5W
R2	مقاومة كربونية 1K Ω /0.5W
R3	مقاومة كربونية 27 Ω /0.5W
P1	مقاومة متغيرة 10M Ω /1W
C1	مكثف كيميائى سعته 10 μ F /25V
SCR1	ثايرستور طراز C106
Q1	ترانزستور UJT طراز 2N4853
RE	ريلاى 20V - 200mA
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة

نظرية عمل الدائرة:

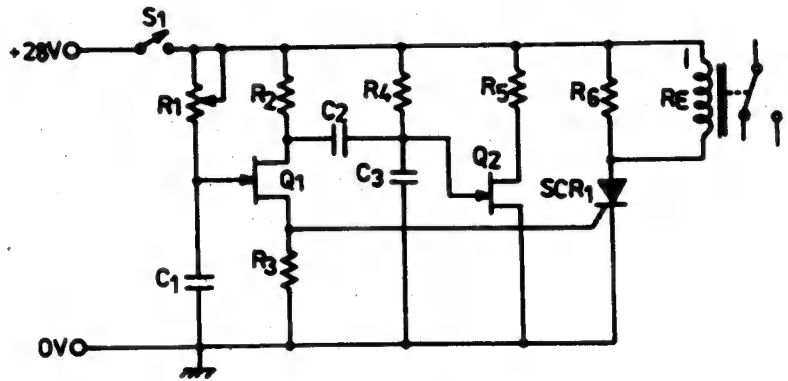
عند وضع المفتاح S_1 فى وضع الإغلاق ON يبدأ المكثف C_1 بالشحن عن طريق P_1, R_1 حيث إنه يمكن التحكم فى زمن الشحن للمكثف بواسطة P_1 وبعد تمام شحن المكثف C_1 فإن الشحنة المكونة عليه تعطى الجهد الكافى لتشغيل الترانزستور Q_1 .

الذى يتحول إلى حالة التوصيل ON مما يوفر طريقاً لتفريغ المكثف إلى أرضى الدائرة عن طريق المقاومة R_3 . ونتيجة لمرور تيار تفريغ المكثف عن طريق R_3 يحصل الشايرستور SCR_1 على الجهد اللازم لقدحه ليصبح فى حالة توصيل الأمر الذى يؤدي إلى مرور تيار المصدر خلال ملف الريلاى وظل يتغير وضع ريشته ويغلق مسار الدائرة المرتبطة به.

ولإيقاف عمل الدائرة يجب وضع المفتاح S_1 فى وضع يمد.

الدائرة رقم (٣٥)

الشكل (٦ - ٣) يعرض دائرة مؤقت زمنى له زمن تأخير خلال المدى (0.3mSec:3min).



شكل (٦ - ٣)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة متغيرة 100M Ω /2W
R2	مقاومة كربونية 150 Ω /0.5W
R3	مقاومة كربونية 27 Ω /0.5W
R4	مقاومة كربونية 390 Ω /0.5W
R5	مقاومة كربونية 150 Ω /0.5W
R6	مقاومة كربونية 1K Ω /0.5W
C1	مكثف سيراميكي سعته من 1 μ F إلى 2 μ F
C2	مكثف سيراميكي سعته 0.001 μ F
C3	مكثف سيراميكي سعته 0.05 μ F
SCR1	ثايرستور طراز C40F
Q1	ترانزستور أحادي من النوع (n) طراز 2N994c
Q2	ترانزستور أحادي من النوع (n) طراز 2N491
RE	الحمل الموصل على الدائرة
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة

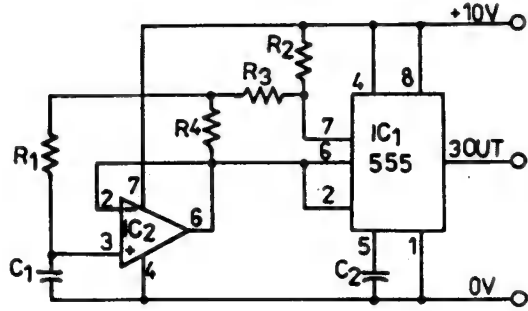
نظرية عمل الدائرة:

من الدائرة المبينة يمكن الحصول على زمن تأخير يتراوح ما بين 0.3mSec إلى ما يقرب من 3min. ويبدأ زمن التأخير للدائرة من بداية غلق المفتاح S1 أى من بداية توصيل مصدر التغذية إلى الدائرة. وبانتهاء زمن التأخير والذي يتوقف على كل من C1 و R1 فإن خرج الترانزستور Q1 يعطي جهد القدح اللازم لبوابة الثايرستور SCR1 فيتحول إلى حالة التوصيل ON مما يؤدي إلى غلق دائرة الحمل فيمر التيار خلاله (RE) ويتوقف شدة تيار الحمل على طراز الثايرستور المستخدم ودرجة تحمله للتيار. ويتراوح تيار الحمل للدائرة ما بين 1:25A.

ويمكن التحكم فى زمن تأخير الدائرة فى بداية التشغيل بواسطة R1.

الدائرة رقم (٣٦)

الشكل (٦ - ٤) يعرض دائرة مؤقت زمني له زمن تأخير يقدر بحوالي واحد ساعة (1H).



شكل (٦ - ٤)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية 36M Ω /0.5W
R2	مقاومة كربونية 4.7 K Ω /0.5W
R3	مقاومة كربونية 1M Ω /0.5W
R4	مقاومة كربونية 14 K Ω /0.5W
C1	مكثف كيميائي سعته 1 μ F-16V
C2	مكثف كيميائي سعته 0.01 μ F-16V
IC1	مؤقت زمني طراز 555
IC2	مكبر عمليات (FET) طراز 3140

نظرية عمل الدائرة:

باستخدام مكبر العمليات OP-Amp (IC2) من النوع FET يمكن زيادة مدى توقيت المؤقت الزمني IC2. كما أن مكبر العمليات يعمل في الدائرة كعازل لدائرة التوقيت والمكونة من R1 و C1 عن طرفي القدح (2) وجهد العتبة (6) للمؤقت IC1. وعلى ذلك فإنه يتم قدح المؤقت الزمني عن طريق خرج المكبر IC2 كما أن طرف تفريغ المكثف (7) موصل ما بين R2 ومقاومتى النسبة R3, R4 الأمر الذي يجعل زمن تفريغ المكثف يتوقف على قيمة مقاومتي النسبة فباختيار قيمة كل من R3, R4 يمكن زيادة المدى الزمني للمؤقت IC1.

كما أن زمن تأخير المؤقت يمكن حسابه من العلاقة

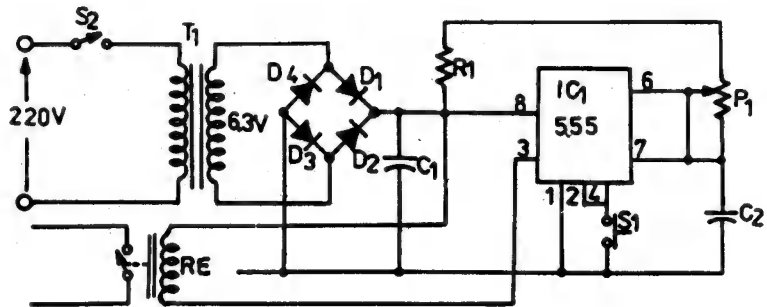
$$T = \frac{R_3 + R_4}{R_4} (1.386 \times R_1 C_1)$$

$$= 100 R_1 C_1 \cong 1H$$

ومن العلاقة نلاحظ أن قيم العناصر المستخدمة في الدائرة تمكن المؤقت من العمل بعد زمن تأخير واحد ساعة (1H).

الدائرة رقم (٣٧)

الشكل (٦ - ٥) يعرض دائرة مؤقت له زمن تأخير ما بين (3 : 6 min).



شكل (٦ - ٥)

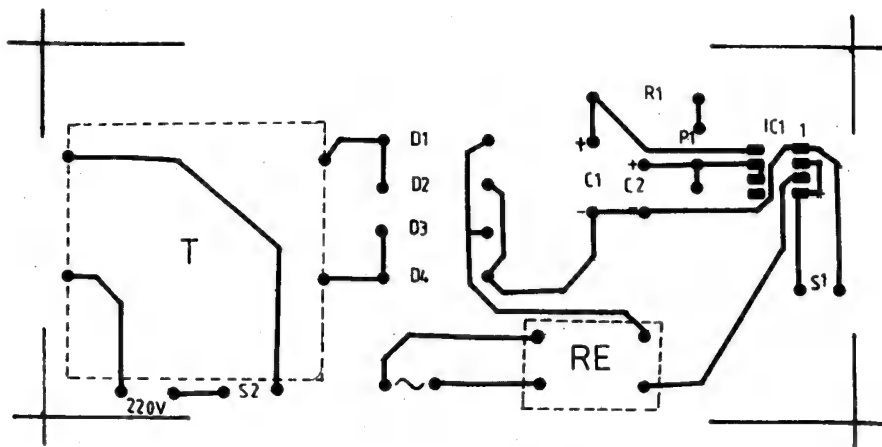
عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 1M Ω /0.5W
P1	مقاومة متغيرة 5M Ω /1W
C1	مكثف كيميائي سعته 300 μ F-12V
C2	مكثف كيميائي سعته 100 μ F-15V
D1:D4	موجد سليكونى طراز 1N4003
IC1	مؤقت زمنى طراز 555
T1	محول خافض له نسبته تحويل (220/6.3)V-250mA
S1	ضاغط بريشة مفتوحة N.O
S2	مفتاح قطب واحد سكة واحدة
RE	ريلاي 12V-200mA

نظرية عمل الدائرة:

بغلق المفتاح S2 يحصل المؤقت الزمنى IC1 على جهد التشغيل عن طريق قنطرة التوحيد (D1:D4) والمحول T1. كما أن المؤقت يعمل فى الدائرة كمولد موجة مربعة وتعتبر عناصر التوقيت R1,P1,C2 هى التى تتحكم فى زمن تأخير المؤقت فعن طريق P1 يمكن الوصول بالمؤقت إلى زمن تأخير يتراوح ما بين ثلاث دقائق 3min وساعة 60min وبالضغط على S1 يحصل المؤقت IC1 على نبضة القدح اللازمة لإعطاء خرج بعد الزمن المحدد لشحن المكثف C2 عن طريق كل من R1,P1. وبعد ذلك الزمن يظهر خرج المؤقت على الطرف (3) ويكون فى المستوى المنخفض ليمر تيار قنطرة التوحيد خلال ملف الريلاى RE الأمر الذى يؤدي إلى جذب ريشته لتفتح دائرة التغذية للجهاز الموصل على مصدر التغذية.

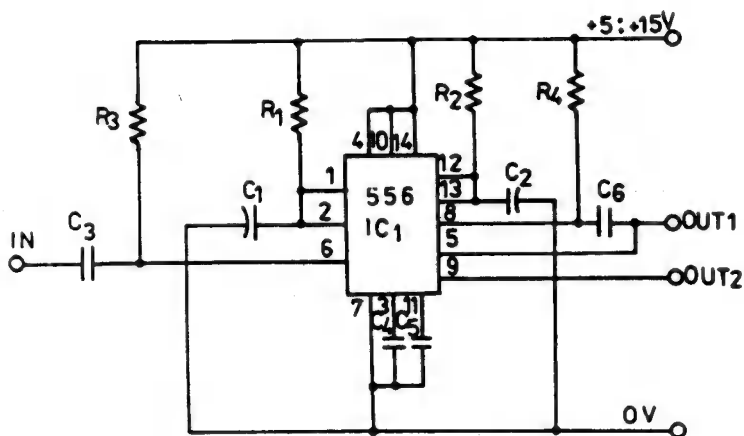
والشكل (٦ - ٦) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (٣٧) على لوحة نحاسية وجه واحد.



شكل (٦-٦)

الدائرة رقم (٣٨)

الشكل (٦ - ٧) يعرض دائرة مؤقت تتابعي .



شكل (٦-٧)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 1MΩ/0.5W
R2	مقاومة كربونية 130KΩ/0.5W
R3,R4	مقاومة كربونية 10KΩ/0.5W
C1	مكثف كيميائي سعته 1μF-25V
C2	مكثف كيميائي سعته 50μF-25V
C3,C6	مكثف سيراميكي سعته 0.001μF
C4,C5	مكثف سيراميكي سعته 0.01μF
IC1	مؤقت زمني مزدوج طراز 555

نظرية عمل الدائرة:

باستخدام المؤقت الزمني المزدوج IC1 يمكن الحصول على مؤقت تناهبي وذلك عن طريق توصيل خرج المؤقت الزمني الأول (الطرف 5) بطرف القدح للمؤقت الثاني (الطرف 8) وذلك عن طريق المكثف C6 (0.001μF) الذي يعمل كمكثف ربط. وعلى ذلك فإن خرج المؤقت الأول OUT1 يعطى زمن التأخير t1 بينما يعطى خرج المؤقت الثاني OUT2 زمن التأخير الثاني t2 .

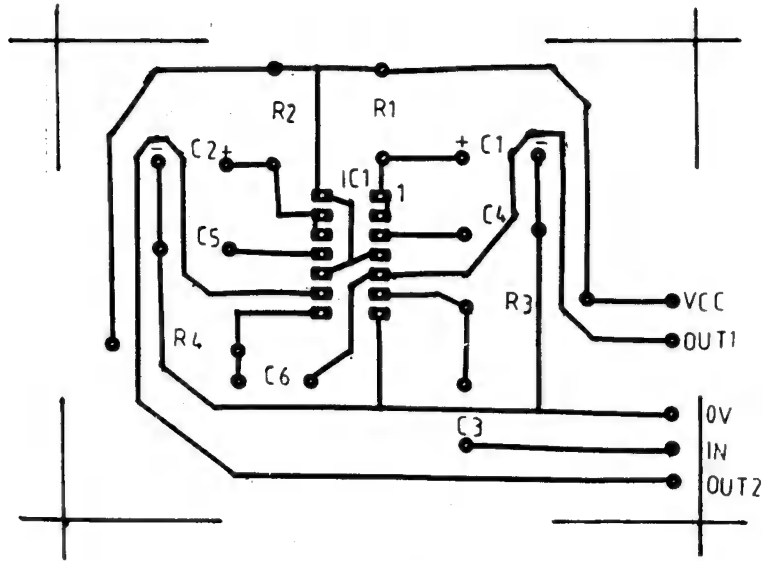
وتبدأ الدورة الأولى للمؤقت الأول بتوصيل طرف القدح 6 لحظياً بأرضي الدائرة ونحصل على الخرج الأول بزمن تأخير t1 يمكن إيجاداه من العلاقة:

$$t1 = 1.1 R1 C1 \quad \text{Sec}$$

وبانتهاء الدورة الأولى تبدأ الدورة الثانية حيث يكون عرض النبضة الثانية t2

$$t2 = 1.1 R2 C2 \quad \text{Sec}$$

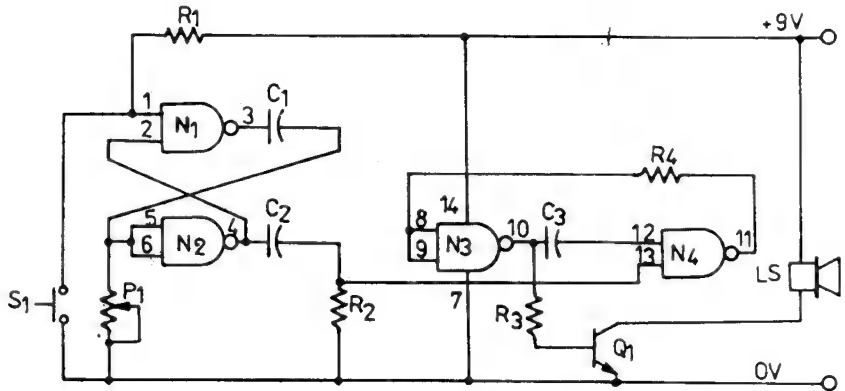
والشكل (٦ - ٨) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التي نحن بصددنا على لوحة نحاسية وجه واحد.



شكل (٦ - ٨)

الدائرة رقم (٣٩)

الشكل (٦ - ٩) يعرض دائرة مؤقت له زمن تأخير (7min).



شكل (٦ - ٩)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 10M Ω /0.5W
R2	مقاومة كربونية 1M Ω /0.5W
R3	مقاومة كربونية 10K Ω /0.5W
R4	مقاومة كربونية 30K Ω /0.5W
P1	مقاومة متغيرة 2M Ω /1W
C1	مكثف كيميائي سعته 220 μ F-25V
C2	مكثف كيميائي سعته 1 μ F-25V
C3	مكثف كيميائي سعته 0.1 μ F-25V
Q1	ترانزستور NPN طراز BC 238
IC1 (N1-N4)	دائرة متكاملة CMOS طراز 4011
L.S	سماعة مقاومتها 8 Ω
S1	ضاغط بريشة مفتوحة N.O

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة تعطى زمن تأخير قيمته 7min أو أكثر من بداية الضغط على الضاغط S1 والذي بالضغط عليه تكتمل دائرة المؤقت.

ولزيادة زمن المؤقت يمكن زيادة قيم كل من المقاومة P1 أو المكثف C1.

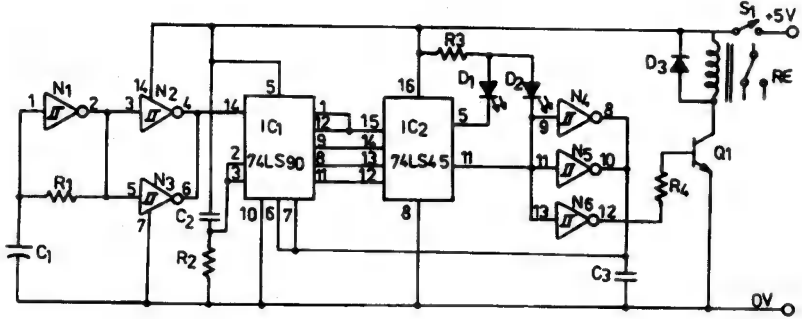
وفي نهاية زمن تأخير المؤقت يتحول الترانزستور Q1 إلى حالة التوصيل ON مما يؤدي إلى مرور تيار مصدر التغذية خلال السماعة L.S ليصدر صوت الإنذار أما الزمن الذي يصدر خلاله الصوت من السماعة فيتوقف على كل من R2 و C2 وعلى ذلك فبالتحكم في قيم كل من R2, C2 يمكن التحكم في زمن صدور الصوت.

كما أن شدة الصوت الصادر من السماعة تتوقف على كل من C3, R4 فزيادة قيمة كل منهما تقل شدة الصوت والعكس بالعكس.

والجدير بالذكر أن المؤقت يعمل مع كل ضغطه على الضاغط S1 بمعنى أن الصوت يصدر من السماعة بعد 7min من الضغط على S1.

الدائرة رقم (٤٠)

الشكل (٦ - ١٠) يعرض دائرة مفتاح بزمان تأخير 20 Sec.



شكل (٦-١٠)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية 1MΩ/0.5W
R2, R4	مقاومة كربونية 1KΩ/0.5W
R3	مقاومة كربونية 330Ω/0.5W
C1	مكثف كيميائي سعته 2.2μF-10V
C2	مكثف سيراميكي سعته 22nF
C3	مكثف سيراميكي سعته 10nF
D1, D2	موحد باعث للضوء (أحمر- أخضر) 10mA
D3	موحد سليكوني طراز 1N4148
Q1	ترانزستور NPN طراز BD139
IC1	دائرة متكاملة TTL عداد عشري طراز 74LS90
IC2	دائرة متكاملة TTL كاشف طراز 74LS45

IC3

دائرة متكاملة CMOS قاذح شميت طراز 40106

S1

مفتاح قطب واحد سكة واحدة

RE

ريلاى 5V-250mA

نظرية عمل الدائرة:

تشكل البوابة N1 مذبذب لامستقر متعدد الاهتزازات حيث يقوم بتوليد إشارة ترددها 2HZ تمر إشارة المذبذب عن طريق N3 و N2 إلى الطرف (14) دخل العداد العشري IC1 حيث يبدأ في العمل بعد حصوله على نبضة التشغيل على الطرفين 2 و 3 عن طريق C2 و R2 .

خرج العداد العشري IC1 يمر إلى دائرة الكاشف والمثلة بالدائرة المتكاملة IC2 ودائرة الكاشف هذه لها عشرة مخارج يستخدم منها في هذه الدائرة المخرجان 11 و 5 فقط . حيث يوصل الموحد الباعث للضوء D1 (أخضر) بالطرف 5 والآخر D2 بالطرف رقم (11) .

يضيء الموحد الباعث للضوء D1 بعد عشر ثوانٍ من بداية عمل الدائرة حيث يكون جهد الطرف 5 للكاشف IC2 في المستوى المنخفض (L) فيمر تيار عبر المقاومة R3 (مقاومة حماية) من مصدر التغذية خلال D1 ليعطى إضاءة دلالة على مرور (10Sec) عشر ثوانٍ من زمن التأخير للمفتاح .

وبعد عشر ثوانٍ أخرى أى بعد 20 ثانية من بداية التشغيل يصبح الطرف 11 الدائرة IC2 في المستوى المنخفض (L) فيمر تيار خلال R3 إلى D2 ليعطى إضاءة دلالة على انتهاء فترة زمن التأخير المتاح .

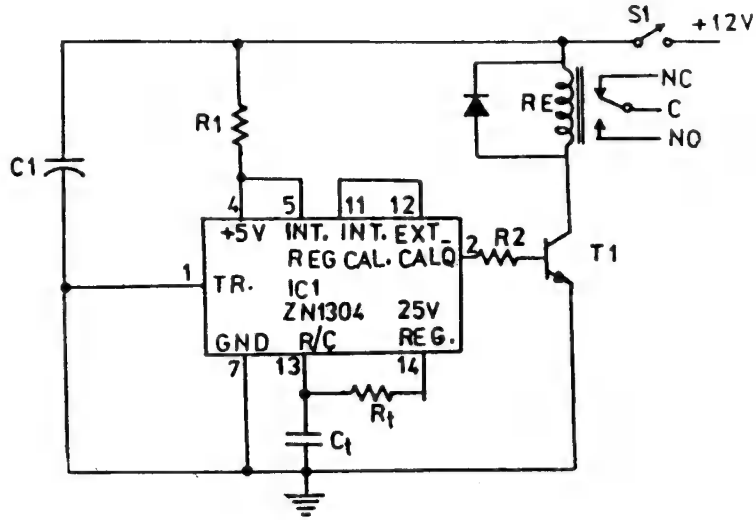
في هذه الأثناء يحصل الترانزستور Q1 الذى يعمل في الدائرة كمفتاح على جهد الانحياز اللازم لقاعدته فيتحول إلى ON ويمر تيار خلال الريلاى الذى يجذب الريشة الخاصة به لتغلق دائرة مسار التيار الخاصة بالمفتاح بعد 20 ثانية من بداية التشغيل .

ويمكن استخدام هذه الدائرة في الورش والمختبرات عند إجراء بعض القياسات على بعض الدوائر التى تعمل عند جهود مرتفعة لتفادى الصدمات الكهربائية كما أنه يمكن زيادة زمن تأخير المفتاح بزيادة قيمة R1 .

والجدير بالذكر أن D3 يعمل على حماية الريلاى RE من عكس أقطاب البطارية.

الدائرة رقم (٤١)

الشكل (٦ - ١١) يعرض دائرة مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل وله زمن تأخير واحد.



شكل (٦ - ١١)

عناصر الدائرة:

R_1	مقاومة كربونية 680Ω
R_f	مقاومة كربونية (انظر الجدول)
C_1	مكثف كيميائى سعته $1\mu F - 16V$
C_t	مكثف سعته (انظر الجدول)
D_1	موحد سليكونى طراز 1N4001

T₁

ترانزستور NPN طراز 2N3053

IC₁

دائرة متكاملة (مؤقت دقيق) طراز ZN 1034

RE

ريلاى 12V مقاومته لا تقل عن 110Ω

S₁

مفتاح قطب واحد سكة واحدة

نظرية عمل الدائرة:

عند غلق المفتاح S₁ يقوم المؤقت الزمني IC₁ بتغيير حالة المخرج Q من المستوى المنخفض (L) إلى المستوى العالى (H) بعد مرور فترة زمنية مقدارها t حيث تعتمد t على قيمة كل من C_t و R_t والجدول التالى يبين قيمة الزمن t المناظرة لقيم مختلفة لكل من R_t و C_t.

R _t	39 KΩ	22 KΩ	100 KΩ	1.2 MΩ	3.3 MΩ	2.2 MΩ
C _t (μF)	0.01	1	1	1	10	100
t	1S	1 min	5 min	1 hr	1 day	1 week

حيث إن:

hr ساعة.

min دقيقة

S ثانية.

week أسبوع.

day يوم.

كما أنه يمكن الحصول على زمن تأخير الدائرة المتكاملة IC₁ (ZN 1034) مباشرة من العلاقة التالية:

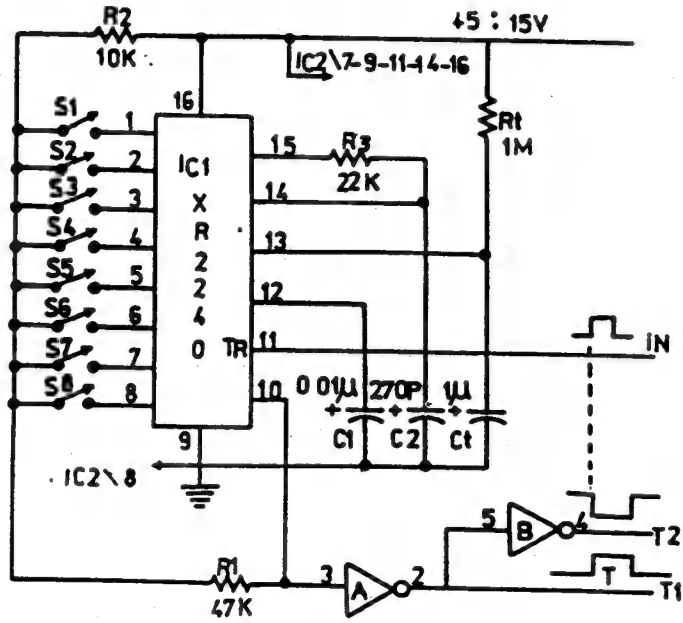
$$t = 2735 C_t R_t \quad \text{Sec}$$

وبعد مرور الزمن t يتحول الترانزستور T₁ لحالة التشبع (ON) فيعمل الريلاى RE على عكس وضع ريشته لغلغ مسار التيار الموصل عليه. وبمجرد فتح المفتاح S₁ تعود حالة المخرج Q للمؤقت الدقيق IC₁ للمستوى المنخفض (L) ليتحول الترانزستور إلى حالة الفصل (OFF) فلا يمر تيار خلال ملف الريلاى RE فتفتح ريشته مرة أخرى بعودتها إلى وضعها الطبيعى N.O.

والجدير بالذكر أن زمن تأخير الدائرة المتكاملة ZN 1034 يتراوح ما بين 50 nSec إلى ما يقرب من 1 week .

الدائرة رقم (٤٢)

الشكل (٦ - ١٢) يعرض دائرة مؤقت زمني نبضي يمكن برمجته بواسطة المفاتيح S1 : S8 .



شكل (٦ - ١٢)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 47 KΩ
R2	مقاومة كربونية 10 KΩ
R3	مقاومة كربونية 22 KΩ
R4	مقاومة كربونية 1 MΩ

C ₁	مكثف كيميائي سعته 0.01 μF - 16V
C ₂	مكثف كيميائي سعته 270 PF - 16V
C _t	مكثف كيميائي سعته 1μF - 16V
IC ₁	دائرة متكاملة لمؤقت مبرمج طراز XR 2240
IC ₂	دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 4049
S ₁ : S ₈	ثمانية مفاتيح قطب واحد سكة واحدة
نظرية عمل الدائرة:	

يعتمد زمن النبضة العالية التى تخرج من T₁ والذى يساوى زمن النبضة المنخفضة التى تخرج من T₂ على أوضاع المفاتيح من S₁ : S₈.
 فمثلا عند غلق المفاتيح S₈ و S₂ و S₁ ووصول نبضة عالية لمدخل الدائرة المتكاملة IC₁ (الرجل 11) فإن زمن النبضات الخارجة من T₂ و T₁ يساوى:

$$T = N T_B$$

حيث إن:

N مجموع رتب المفاتيح المغلقة.

T_B زمن أساس المؤقت الزمنى XR 2240 والذى يساوى R_t C_t

علماً بأن رتبة المفتاح رقم (n) يساوى 2ⁿ⁻¹. أى أن:

$$N = 2^0 + 2^1 + 2^5 = 35$$

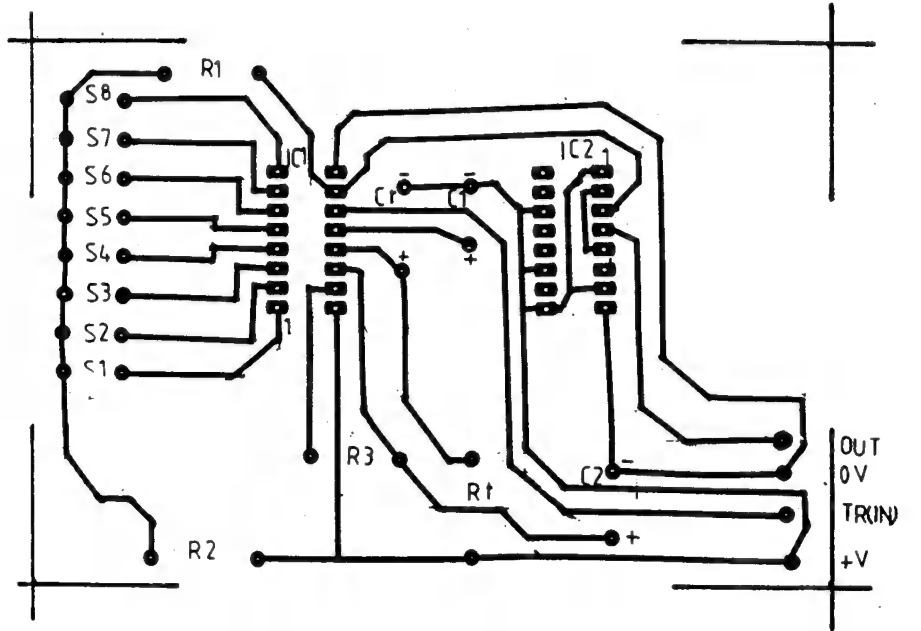
وبالتالى فإن:

$$T = N R_t C_t$$

$$= 35 \times 10^{-6} \times 10^6 = 35 \text{ sec}$$

والجدير بالذكر أنه يمكن تحرير الدائرة المتكاملة XR2240 وإعادة حالة المخرج T1 للحالة المنخفضة وحالة المخرج T2 للحالة العالية وذلك عند وصول نبضة عالية لمدخل التحرير (الرجل رقم 10).

والشكل (٦ - ١٣) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التي نحن بصدددها على لوح نحاسي وجه واحد.



شكل (٦ - ١٣)

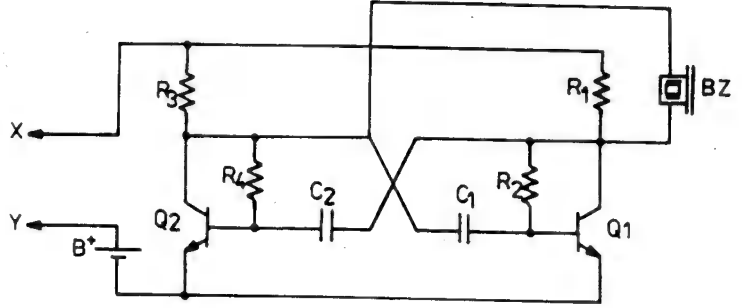
الباب السابع

تطبيقات على المذبذبات الالامستقرة

تطبيقات على المذبذبات اللامستقرة

الدائرة رقم (٤٣)

الشكل (٧ - ١) يعرض دائرة جهاز اختبار الاتصال.



شكل (٧ - ١)

عناصر الدائرة:

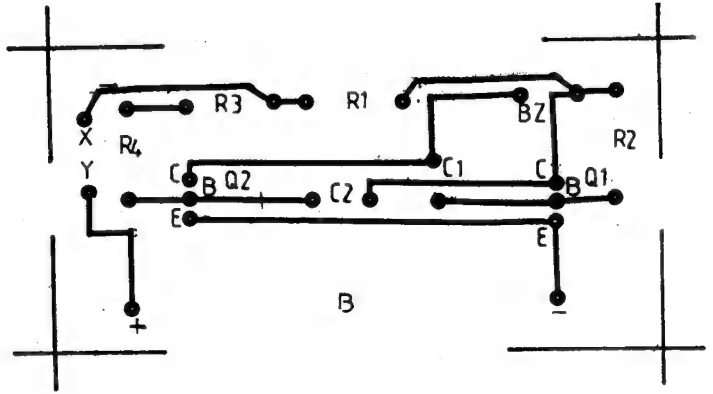
R1, R3	مقاومة كربونية 2.2kΩ / 0.5W
R2, R4	مقاومة كربونية 470kΩ / 0.5W
C1, C2	مكثف سيراميكي سعته 470 PF
Q1, Q2	ترانزستور NPN طراز BC 547 B
BZ	رنان طراز PB - 2720
B	بطارية جافة 1.5 V

نظرية عمل الدائرة:

يستخدم الجهاز في اكتشاف دوائر القصر في الدوائر المطبوعة حيث يصدر صوت من رنان الجهاز عند ذلك. وتعتمد الدائرة في عملها على المذبذب اللامستقر (Astable) والمكون من الترانزستورين Q1, Q2 والعناصر الملحقة بهما.

ولاكتشاف دائرة القصر بين نقطتين يتم ملاستهما بواسطة طرفى الجهاز Y و X. فإذا كان هناك دائرة قصر بين النقطتين فسوف تكتمل دائرة المذبذب اللامستقر ويبدأ فى التذبذب مولداً موجة مربعة ترددها يصل إلى عدد قليل من KHZ فينطلق صوت من الرنان دالاً على ذلك.

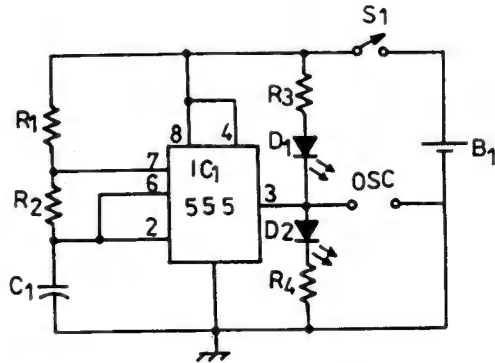
والشكل (٧ - ٢) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية على لوح نحاسى وجه واحد.



شكل (٧ - ٢)

الدائرة رقم (٤٤)

الشكل (٧ - ٣) يعرض دائرة جهاز اختبار المؤقت الزمنى 555.



شكل (٧ - ٣)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 1k Ω /0.33W
R2	مقاومة كربونية 150k Ω /0.33W
R3, R4	مقاومة كربونية 390 Ω /0.33W
C1	مكثف كيميائي سعته 10 μ F - 15 V
D1 , D2	موحد باعث للضوء 10 mA
IC1	مؤقت زمنى (المراد اختباره) طراز 555
B1	بطارية 9V
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة
OSC	جهاز راسم ذبذبات

نظرية عمل الدائرة:

يوصل المؤقت الزمنى المراد اختباره فى الدائرة على شكل مذبذب عديم الاستقرار.

ويغلق المفتاح S1 يشحن المكثف C1 عن طريق R1, R2 حيث يكون الجهد عند الطرف (7) للمؤقت فى المستوى المنخفض (L). ويتمام شحن المكثف C1 يفرغ شحنته فيرتفع جهد الطرف (7) للمؤقت حيث تبدأ دورة شحن المكثف مرة أخرى.

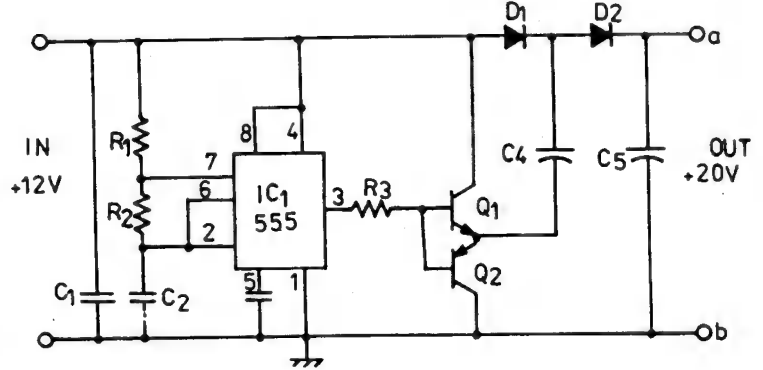
باستمرار شحن وتفريغ المكثف C1 يؤدي إلى تغيير خرج المؤقت عند الطرف (3) من L إلى H وهكذا. عندما يكون خرج المؤقت فى المستوى (L) يضيئ الموحّد D1 وعندما يكون الخرج فى المستوى H يضيئ D2 أى أن إضاءة كل من D1 و D2 تكون بالتبادل فى حالة جودة (صلاحية) المؤقت 555 تحت الاختبار حيث إن خرج المؤقت يكون على شكل موجة مربعة ترددها F يحسب من العلاقة:

$$F = 0.72 / R2 C1 \quad \text{HZ}$$

وبتوصيل جهاز راسم الذبذبات كما بالدائرة (OSC) يمكن التأكد من شكل موجة الخرج وذلك للتأكد من صلاحية المؤقت تحت الاختبار .

الدائرة رقم (٤٥)

الشكل (٧ - ٤) يعرض دائرة مضاعف جهد باستخدام مذبذب عديم الاستقرار .



شكل (٧ - ٤)

عناصر الدائرة :

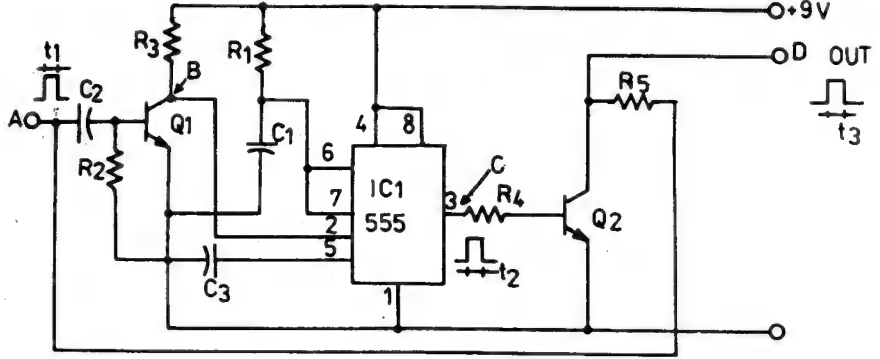
R1, R3	مقاومة كربونية 100 Ω / 0.5W
R2	مقاومة كربونية 10 K Ω / 0.5W
C1	مكثف كيميائي سعته 100 µF - 16 V
C2	مكثف سيراميكي سعته 8.2 nF
C3	مكثف سيراميكي سعته 10 nF
C4, C5	مكثف كيميائي سعته 10 µF - 40 V
D1, D2	موحد سليكوني طراز 1 N 4001
Q1	ترانزستور NPN طراز BC 639
Q2	ترانزستور PNP طراز BC 640
IC1	مؤقت زمني طراز NE 555

نظرية عمل الدائرة:

المؤقت الزمني 555 موصل فى الدائرة على شكل مذبذب عديم الاستقرار تردده حوالى 8.5KHZ. وخرج المذبذب يتحكم فى الترانزستورين Q1 و Q2 فعندما يكون خرج المذبذب فى المستوى المنخفض (L) يكون Q1 فى حالة OFF أما Q2 فيكون فى حالة ON مما يؤدي إلى توصيل الطرف السالب للمكثف C4 بأرضى الدائرة فيشحن C4 عن طريق D1. وعندما يكون خرج المذبذب فى المستوى العالى (H) تتغير حالتا الترانزستورين فيصبح Q2 فى حالة OFF بينما يتحول Q1 إلى ON فلا يستطيع المكثف C4 من تفريغ شحنته وذلك لوجود D1 وفى نفس الوضع يشحن C5 إلى ما يقرب من قيمة جهد التغذية (+ 12V) مضاف إليه فرق الجهد الواقع على C4 و D1 ليصل جهد C5 إلى ما يقرب من (+ 20V) بين الطرفين a و b.

الدائرة رقم (٤٦)

الشكل (٧ - ٥) يعرض دائرة جهاز كشف عرض النبضات باستخدام المؤقت 555.



شكل (٧ - ٥)

عناصر الدائرة:

R1 100 K Ω / 0.5W مقاومة كربونية

R2, R5 10 K Ω / 0.5W مقاومة كربونية

R3	مقاومة كربونية 47 K Ω /0.5W
R4	مقاومة كربونية 2.2 K Ω /0.5W
C1	مكثف كيميائي سعته 10 μ F - 25 V
C2	مكثف كيميائي سعته 0.001 μ F - 16 V
C3	مكثف كيميائي سعته 0.01 μ F - 16 V
Q1,Q2	ترانزستور NPN طراز 2N 2219
IC1	مؤقت زمني طراز 555

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة تعطى خرجاً فقط عندما يكون عرض نبضة القدح (t_1) أكبر من الثابت الزمني لعنصرى التوقيت C1 و R1 الموصلين مع المؤقت الزمني 555 والموصل فى الدائرة على شكل مذبذب أحادى الاستقرار حيث إن ($t_2 = 1.1 R_1 C_1 \text{ Sec}$).

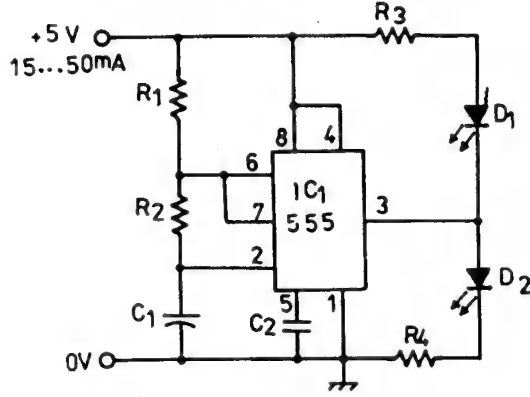
الترانزستور Q1 يكون فى الوضع OFF وعليه يكون جهد الطرف (2) للمذبذب فى المستوى (H) وعند بداية نبضة القدح يكون خرج المذبذب (3) فى المستوى (L). الجهد الموجب لنبضة القدح يحول Q1 إلى ON خلال زمن يساوى R2 C2 فيغذى طرف القدح (2) نبضة سالبة وبالتالي يتحول الترانزستور Q2 إلى ON نتيجة خرج المذبذب خلال الفترة الزمنية t_2 .

إذا استمرت نبضة القدح فى المستوى العالى (H) بعد انتهاء الفترة الزمنية t_2 يتحول Q2 إلى OFF وبالتالي يكون عرض نبضة الخرج فى هذه الحالة أقل من عرض نبضة القدح بما يساوى t_2 وعليه يكون t_3 يساوى

$$t_3 = t_1 - 1.1 R_1 C_1$$

الدائرة رقم (٤٧)

الشكل (٦ - ٧) يعرض دائرة وميض متبادل باستخدام موحدين باعثن للضوء.



شكل (٦ - ٧)

عناصر الدائرة:

R_1, R_3, R_4	مقاومة كربونية 1 K Ω / 0.5W
R_2	مقاومة كربونية 220 k Ω / 0.5W
C_1	مكثف كيميائي سعته 4.7 μ F - 6 V
C_2	مكثف سيراميكي سعته 10 nF
D_1, D_2	موحد باعث للضوء 10 mA
IC_1	مؤقت زمني طراز 555

نظرية عمل الدائرة:

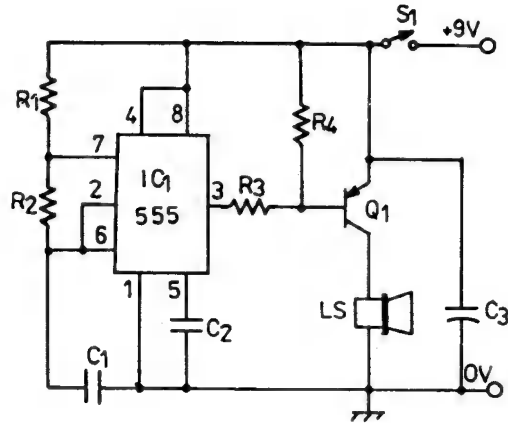
يتم توصيل المؤقت الزمني 555 في الدائرة كمذبذب عديم الاستقرار متعدد الاهتزازات حيث يعطى خرجاً عبارة عن موجة مربعة ترددها يتوقف على كل من العناصر C_1 و R_1 و R_2 . ويكون عرض نبضة الخرج في المستوى العالي مساوياً لعرض نبضة الخرج في المستوى المنخفض.

وبمرور خرج المؤقت من الطرف (3) إلى نقطة اتصال كل من $D1, D2$ نلاحظ أن الموحد $D1$ يصبح في الانحياز الأمامي خلال نبضة خرج المذبذب ذات المستوى المنخفض (L) بينما يصبح $D2$ في الانحياز الأمامي خلال نبضة الخرج ذات المستوى العالي (H).

وعلى ذلك نلاحظ تبادل ومض كل من $D1, D2$ خلال خرج المؤقت الزمني وتستخدم المقاومتان $R3, R4$ لتحديد التيار المار في كل من $D1, D2$ على الترتيب لحمايتهما من ارتفاع تيار المصدر.

الدائرة رقم (٤٨)

الشكل (٧ - ٧) يعرض دائرة إنذار يستخدم فيها مذبذب لامستقر مرتكزاً على المؤقت 555.



شكل (٧ - ٧)

عناصر الدائرة:

$R1$	مقاومة كربونية 100 K Ω / 0.5W
$R2$	مقاومة كربونية 4.7 k Ω / 0.5W
$R3$	مقاومة كربونية 100 Ω / 0.5W
$R4$	مقاومة كربونية 33 Ω / 0.5W

C1	مكثف سيراميكي سعته 10 nF
C2	مكثف سيراميكي سعته 100 nF
C3	مكثف كيميائي سعته 100 μ F - 10 V
Q1	ترانزستور PNP طراز BD 136
IC1	مؤقت زمني طراز 555
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة
L.S	سماعة 250 m W - 8 Ω

نظرية عمل الدائرة:

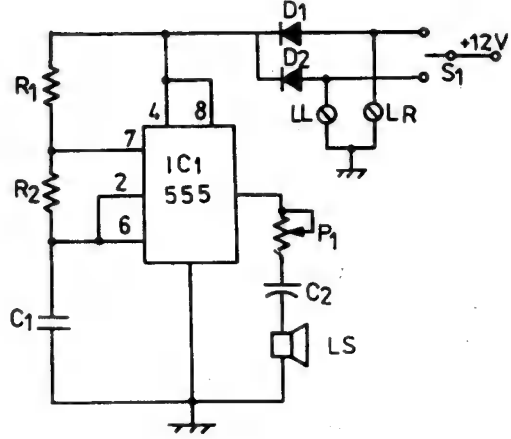
المؤقت الزمني 555 موصل بالدائرة على شكل مذبذب لامستقر له دورة خدمة 5% حيث يستخدم خرج المذبذب لتشغيل السماعة L.S وذلك عن طريق Q1.

فعندما يغلق المفتاح S1 ويبدأ المذبذب في العمل فإن إشارة الخرج تحول الترانزستور Q1 إلى حالة التوصيل ON عن طريق تجهيز جهد الانحياز لقاعدته بمساعدة R3, R4 ليمر تيار متقطع إلى السماعة فيصدر منها صوت الإنذار. المكثف C3 يساعد على استقرار عمل الدائرة ولحماية الترانزستور من عكس أقطاب التغذية.

يمكن استخدام الدائرة كدائرة إنذار ضد فتح الأبواب والنوافذ حيث يكون S1 مركب على الباب أو النافذة المراد حمايتها ويتحول إلى الغلق عند فتح الباب أو النافذة - ويلاحظ أن الصوت يستمر صدوره من الدائرة إلى أن يتم فصل مصدر التغذية.

الدائرة رقم (٤٩)

الشكل (٧ - ٨) يعرض دائرة إنذار لسائق السيارة عند إعتام مصابيح الومض .



شكل (٧ - ٨)

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية $4.7\text{ k}\Omega / 0.5\text{W}$
R_2	مقاومة كربونية $10\text{ k}\Omega / 0.5\text{W}$
P_1	مقاومة متغيرة $1\text{ K}\Omega / 1\text{W}$
C_1	مكثف سيراميكي سعته 100 nF
C_2	مكثف كيميائي سعته $10\text{ }\mu\text{F} - 16\text{ V}$
D_1, D_2	موحد سليكوني طراز $1\text{ N } 4001$
IC_1	مؤقت زمني طراز 555
LR, LL	لمبات وميض السيارة (يمين ويسار)
S_1	مفتاح تشغيل لمبات الوميض في السيارة
$L.S$	سماعة قدرتها 1W ومقاومتها $8\text{ }\Omega$

نظرية عمل الدائرة:

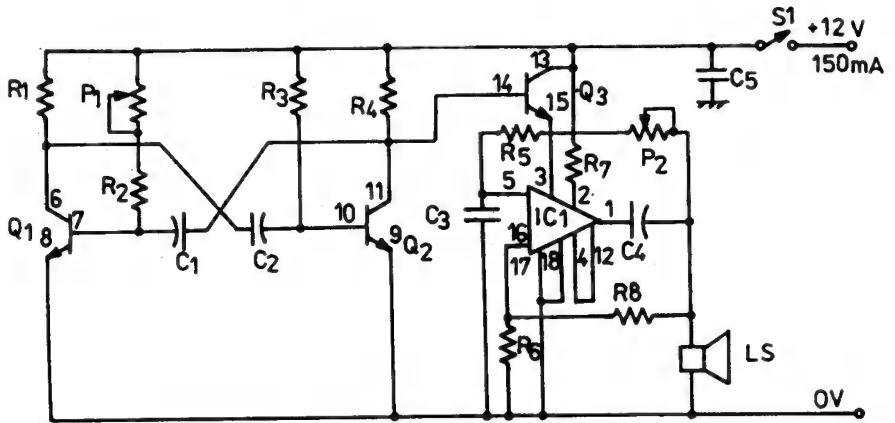
الدائرة مفيدة فى حالة إعتام لمبات الوميض للسيارة أثناء انحراف السيارة يمينا أو يساراً حيث تصدر صوتاً لتنبيه السائق لذلك حتى لا تحدث أى خطورة أثناء حركة السيارة.

وتعتمد الدائرة فى عملها على المؤقت الزمني IC_1 والموصل فى الدائرة على شكل مذبذب عديم الاستقرار. فإذا وضع مفتاح تشغيل لمبات وميض السيارة على أى من الاتجاهين (يمين أو يسار) فسيحصل المذبذب عديم الاستقرار على التغذية اللازمة للتشغيل عن طريق أى من D_1 أو D_2 مما يؤدي إلى توليد موجة مربعة ترددها حوالى 1KHZ. حيث يصدر صوت من السماعة.

ويمكن التحكم فى شدة الصوت الصادر بواسطة المقاومة المتغيرة P_1 .

الدائرة رقم (٥٠)

الشكل (٧ - ٩) يعرض دائرة سارينة إنذار يستخدم فيها مذبذب عديم الاستقرار.



شكل (٧ - ٩)

عناصر الدائرة:

R_1, R_4, R_8	مقاومة كربونية $10\text{ K } \Omega / 0.5\text{W}$
R_2	مقاومة كربونية $220\text{ k } \Omega / 0.5\text{W}$
R_3	مقاومة كربونية $560\text{ K } \Omega / 0.5\text{W}$

R5	مقاومة كربونية 22 K Ω /0.5W
R6	مقاومة كربونية 1 K Ω /0.5W
R7	مقاومة كربونية 15 K Ω /0.5W
P1	مقاومة متغيرة 1 M Ω /1W
P2	مقاومة متغيرة 100 K Ω /1W
C1, C2	مكثف كيميائي سعته 1 μ F - 16 V
C3, C5	مكثف سيراميكي سعته 100 nF
C4	مكثف كيميائي سعته 47 μ F - 16 V
IC1	دائرة متكاملة طراز LM 389
L.S	سماعة 8 Ω - 1W
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة

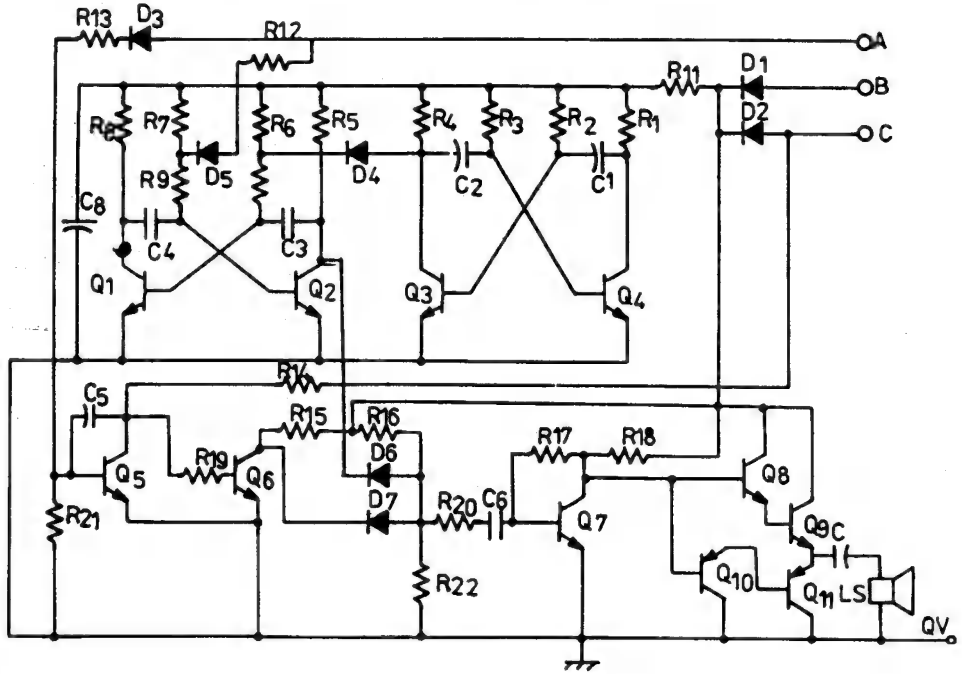
نظرية عمل الدائرة:

الدائرة المتكاملة التي تستخدم في هذا الجهاز (IC1) تحتوي على عدد ثلاثة ترانزستورات NPN (Q1: Q3) ومكبر عمليات OP - AmP يعمل كمكبر قدرة صوتي .

يتم توصيل الترانزستورين Q1, Q2 على شكل مذبذب عديم الاستقرار تردده ما بين 1HZ إلى حوالي 7HZ حيث يمكن ضبط تردد المذبذب بواسطة P1. أما مكبر القدرة الصوتي فيوصل على شكل مذبذب موجة مربعة تردده يتراوح ما بين HZ (250:1500) . ويتم التحكم في عمل المكبر بواسطة خرج المذبذب عديم الاستقرار عن طريق Q3. ويصدر صوت من السماعة L.S مناظر لخرج المكبر يتم التحكم في شدته بواسطة P2.

الدائرة رقم (٥١)

الشكل (٧ - ١٠) يعرض دائرة إنذار متعدد الأغراض للسيارة.



شكل (٧ - ١٠)

عناصر الدائرة:

R1, R4, R12, R14, R16, R22	مقاومة كربونية $1K \Omega$
R2, R3, R7	مقاومة كربونية $22K \Omega$
R5, R8	مقاومة كربونية $3.3K \Omega$
R6	مقاومة كربونية $27K \Omega$
R9	مقاومة كربونية $39K \Omega$
R10	مقاومة كربونية $33K \Omega$
R11	مقاومة كربونية 470Ω

R19, R13	مقاومة كربونية $2.2K \Omega$
R17	مقاومة كربونية $2.2M \Omega$
R18	مقاومة كربونية $10K \Omega$
R20	مقاومة كربونية $68K \Omega$
R21	مقاومة كربونية $150K \Omega$

* جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 0.5W

C1, C2, C7	مكثف كيميائي سعته $47 \mu F - 16V$
C3, C4	مكثف سيراميكي سعته $30 nF$
C5, C8	مكثف كيميائي سعته $100 \mu F - 16 V$
C6	مكثف سيراميكي سعته $100 nF$
D1, D2	موحد سليكوني طراز BY 127
D3 : D7	موحد سليكوني طراز 1N 4148
Q1 : Q9	ترانزستور NPN طراز BC 238
Q10, Q11	ترانزستور PNP طراز BC 558
L.S	سماعة 8Ω

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة تتكون من ثلاث مراحل رئيسية وهي:

١ - عدد اثنين مذبذب لا مستقر Astable تتكون من الترانزستورات (Q1 : Q4).

٢ - مرحلة تأخير زمني وتتكون من الترانزستورين Q5, Q6.

٣ - مرحلة تكبير وتتكون من الترانزستورات Q7 : Q11.

يتم تغذية الدائرة عن طريق النقاط C و B و A حيث توصل A على دائرة الإضاءة المتقطعة (إضاءة الإنذار) للسيارة Flashing Circuit وتوصل النقطة B بمفتاح الإضاءة الأمامية للسيارة أما C فيتم توصيلها بمفتاح تشغيل السيارة Ignition Key.

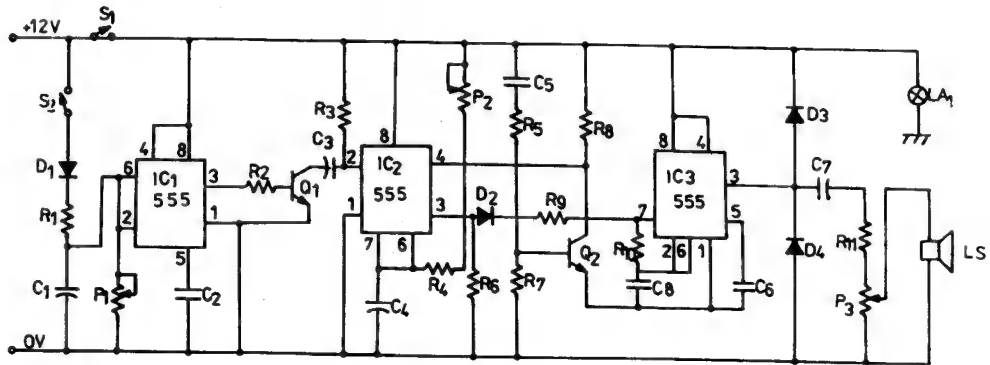
يولد كل من المذبذبين إشارات يعتمد ترددها على كل من R, C المقترنة بكل منهما المذبذب الأول ($Q3, Q4$) يقوم بتوليد إشارات ذات تردد منخفض نسبياً. أما المذبذب الآخر ($Q1, Q2$) فإنه يولد إشارات ذات ترددات مختلفة تتوقف على الجهد الواقع على كل من $D4, D5$.

فعندما تعتم لمبات الومض المتقطع للسيارة Flashing Light فإن $Q5, Q6$ يقومان بإحداث التأخير الزمني اللازم لدائرة الإضاءة المتقطعة ليصدر صوت متقطع مناظر من السماع بعد تكبير الإشارة الواصلة إليها بواسطة $Q7 : Q11$.

أما إذا تم إطفاء محرك السيارة فإنه يتم قطع الجهد الواصل إلى النقطة C بينما إذا تركت أضواء السيارة مضاءة فإن النقطة B تغذى مباشرة من البطارية عن طريق مفتاح الإضاءة الأمامية مما يؤدي إلى استمرار عمل المذبذب وكذلك دائرة التكبير ولا يعمل الترانزستور $Q5$ مما يؤدي إلى توقف إشارة التحكم الصادرة من $Q6$ ليرتفع جهد مجعته إلى حوالي $12V$ الأمر الذي يؤدي إلى عمل البوابة AND ($D6, D7$) ليمر من خلالها الإشارة إلى مرحلة التكبير ومنها إلى السماع ليصدر صوت التحذير.

الدائرة رقم (٥٢)

الشكل (٧ - ١١) يعرض دائرة إنذار من ترك أضواء السيارة الأمامية مضاءة بعد توقف المحرك. يستخدم فيها مذبذب أحادي الاستقرار وآخر غير مستقر.



شكل (٧-١١)

عناصر الدائرة :

R1, R8	مقاومة كربونية $10K\Omega$
R2, R5, R6	مقاومة كربونية $4.7K\Omega$
R3	مقاومة كربونية $22K\Omega$
R4, R7	مقاومة كربونية $100K\Omega$
R9	مقاومة كربونية $1K\Omega$
R10	مقاومة كربونية $47K\Omega$
R11	مقاومة كربونية 47Ω

* جميع المقاومات السابقة قدرتها 0.5W

P1	مقاومة متغيرة $470K\Omega / 1W$
P2	مقاومة متغيرة $1M\Omega / 1W$
P3	مقاومة متغيرة $100\Omega / 1W$
C1, C4, C7	مكثف كيميائي سعته $10\mu F - 16V$
C2, C6, C8	مكثف سيراميكي سعته $10nF$
C3	مكثف كيميائي سعته $1\mu F - 16V$
C5	مكثف سيراميكي سعته $22\mu F - 16V$
D1 : D4	موحد سليكوني طراز 1N 4148
Q1	ترانزستور NPN طراز 2N 1613
Q2	ترانزستور NPN طراز BC 548
IC1 : IC3	مؤقت زمني طراز 555
L.S	سماعة 8Ω
LA1	الأضواء الأمامية للسيارة

S1

مفتاح الأضواء الأمامية للسيارة

S2

مفتاح تشغيل السيارة

نظرية عمل الدائرة:

تغذى الدائرة بجهد بطارية السيارة $12\text{ V} +$ عن طريق مفتاح الأضواء الأمامية للسيارة S1. فإذا تم إطفاء أضواء السيارة (S1 OFF) يعنى هذا عدم تغذية دائرة الإنذار وبالتالي لا يصدر صوت من السماعة L.S.

المفتاح S2 يمثل مفتاح تشغيل السيارة Ignition Switch فعندما يكون فى وضع ON فإن الطرفين 6, 2 للمؤقت الزمنى IC1 يكونا فى المستوى العالى (H) عن طريق الجهد الواصل إليهما من D1, R1. وعند إطفاء محرك السيارة (S2 OFF) يفرغ المكثف C1 شحنته التى اكتسبها أثناء عمل المحرك عن طريق P1. وحيث إنه عن طريق P1 يمكن ضبط الزمن المتاح ما بين إطفاء محرك السيارة وانطلاق صوت الإنذار إذا ما تركت أضواء السيارة مضاءة فإنه يتضح أن IC1 تعمل كمؤقت زمنى ذى زمن تأخير متحكم فيه بواسطة P1.

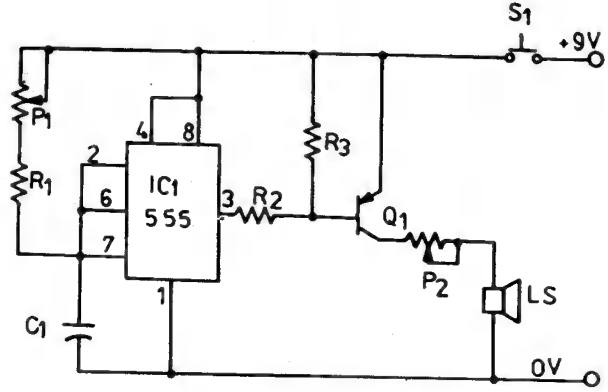
باستمرار تفريغ المكثف وانخفاض الجهد على الطرفين 6, 2 للمؤقت الزمنى IC1 عن جهد قرح الموقت وباستمرار إضاءة أضواء السيارة (S2 ON) يرتفع جهد الخرج على الطرف (3) الأمر الذى يؤدي إلى تحويل الترانزستور Q1 إلى حالة التوصيل ON.

خرج الترانزستور Q1 يؤدي إلى قرح المذبذب أحادى الاستقرار IC2 فيصبح خرج المذبذب فى المستوى العالى (H) على الطرف (3) هذا الخرج يؤدي إلى قرح المذبذب اللامستقر IC3 فيبدأ فى التذبذب، حيث يولد إشارة الإنذار التى تمر عن طريق C7 إلى السماعة S - L ليصدر صوت الإنذار.

الفترة الزمنية التى يستمر خلالها الصوت الصادر من السماعة تتوقف على الزمن الدورى لخرج المذبذب IC2، حيث يمكن ضبط تلك الفترة بواسطة المقاومة المتغيرة P2، أما شدة صوت الإنذار فيمكن التحكم فيها بواسطة المقاومة المتغيرة P3.

الدائرة رقم (٥٣)

الشكل (٧ - ١٢) يعرض دائرة جرس بنغمة واحدة قابلة للتغيير يستخدم فيها المؤقت الزمني كمذبذب عديم الاستقرار.



شكل (٧ - ١٢)

عناصر الدائرة:

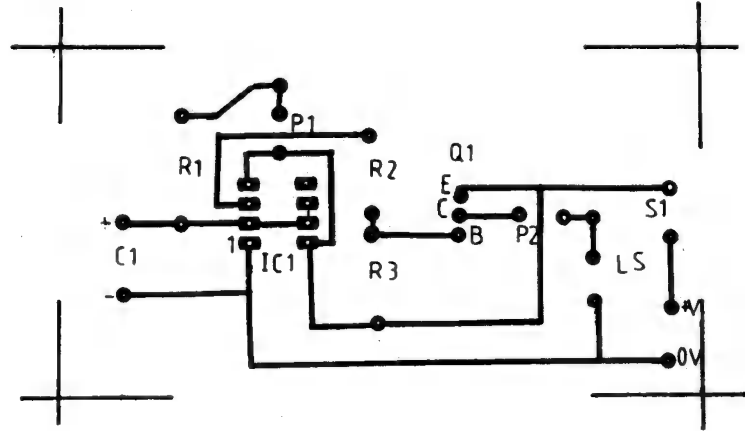
R1	مقاومة كربونية 22K Ω / 0.5W
R2	مقاومة كربونية 100 Ω / 0.5W
R3	مقاومة كربونية 33 Ω / 0.5W
P1	مقاومة متغيرة 25K Ω / 1W
P2	مقاومة متغيرة 1K Ω / 1W
C1	مكثف كيميائي سعته 10 μ F - 10V
Q1	ترانزستور PNP طراز BD 136
IC1	مؤقت زمني طراز 555
L - S	سماعة مقاومتها 8 Ω : 5
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة

نظرية عمل الدائرة:

المؤقت الزمني IC1 (555) موصل في الدائرة على شكل مذبذب عديم الاستقرار، حيث يتم ترجمة خرج المذبذب إلى صوت متناسق عن طريق Q1 والسماعة S.L، كما أنه يمكن التحكم في تردد المذبذب عن طريق المقاومة المتغيرة P1، ويمكن التحكم في شدة الصوت الصادر من السماعة بواسطة P2.

الصوت الصادر من الدائرة يناظر الصوت الصادر من بندول الساعة مع الأخذ في الاعتبار أن تكون البطارية المستخدمة في تغذية الدائرة في حالة جيدة.

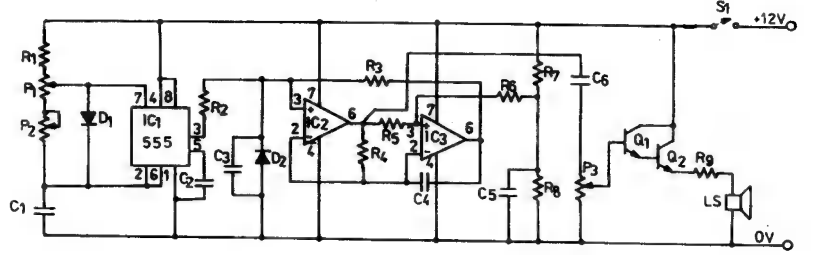
والشكل (٧ - ١٣) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية على لوح نحاسي.



شكل (٧ - ١٣)

الدائرة رقم (٥٤)

الشكل (٧ - ١٤) يعرض دائرة جرس إلكتروني يمكن استخدامه في أغراض مختلفة.



شكل (٧-١٤)

عناصر الدائرة:

R_1, R_3, R_4	مقاومة كربونية $1K\Omega / 0.5W$
R_2	مقاومة كربونية $180K\Omega / 0.5W$
R_5, R_6	مقاومة كربونية $15K\Omega / 0.5W$
R_7, R_8	مقاومة كربونية $10K\Omega / 0.5W$
R_9	مقاومة كربونية $33\Omega / 0.5W$
P_1, P_3	مقاومة متغيرة $100K\Omega / 1W$
P_2	مقاومة متغيرة $1M\Omega / 1W$
C_1	مكثف سيراميكي سعته $1\mu F$
C_2	مكثف سيراميكي سعته 10 nF
C_3, C_4	مكثف سيراميكي سعته 220 nF

C5	مكثف كيميائي سعته 10 μ F - 25V
C6	مكثف كيميائي سعته 2.2 μ F - 25V
D1, D2	موحد سليكوني طراز 1N4148
Q1	ترانزستور NPN طراز BC 238
Q2	ترانزستور NPN طراز BC 140
IC1	مؤقت زمني طراز 555
IC2, IC3	مكبر عمليات Op - Amp طراز 741
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة
L.S	سماعة 8 Ω

نظرية عمل الدائرة:

بغلق المفتاح S1 يمر تيار المنبع إلى الدائرة ليبدأ المؤقت الزمني IC1 والموصل في الدائرة على شكل مذئذب عديم الاستقرار فيولد نبضة القذح اللازمة لعمل دائرة المرشح المنغم (resonant filter)، والمكونة من مكبرى العمليات IC2، IC3، والعناصر الملحقة بهما، حيث يصدر منها نغمة عندما تصل إلى تردد الرنين الخاص بها.

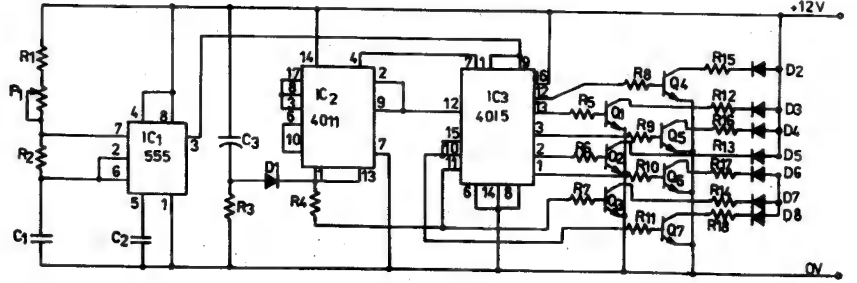
وتعتمد خواص الصوت الصادر من الدائرة على كل من المعامل Q للمرشح والذي يمكن التحكم في قيمته بواسطة المقاومة R2، وكذلك على الزمن الدوري لنبضة القذح (خرج المؤقت الزمني 555)، حيث يمكن التحكم فيه بواسطة P1.

يمر خرج المرشح المنغم إلى دائرة المكبر الصوتي والمكون من الترانزستورين Q1 و Q2، حيث تكبير إشارة الخرج ليصدر صوت من السماعة LS مناظر لهذا الخرج.

ويمكن التحكم في شدة هذا الصوت بواسطة P3، حيث تتغير شدة الصوت خلال مدى يتراوح ما بين V (0 : 5).

الدائرة رقم (٥٥)

الشكل (٧ - ١٥) يعرض دائرة إضاءة متحركة يتوقف عملها على المذبذب عديم الاستقرار المرتكز على المؤقت الزمني (555).



شكل (٧-١٥)

عناصر الدائرة:

R_1, R_3, R_4	مقاومة كربونية $10K\Omega / 0.5W$
R_2	مقاومة كربونية $82K\Omega / 0.5W$
$R_5 : R_{11}$	مقاومة كربونية $33K\Omega / 0.5W$
$R_{12} : R_{18}$	مقاومة كربونية $1K\Omega / 0.5W$
P_1	مقاومة متغيرة $1M\Omega / 1W$
C_1	مكثف سيراميكي سعته $1\mu F$
C_2	مكثف سيراميكي سعته $10nF$
C_3	مكثف كيميائي سعته $10\mu F - 16V$

D1	موحد سليكونى طراز 1N4148
D2 : D8	موحد باعث للضوء 10mA
Q1 : Q7	ترانزستور NPN طراز BC 584
IC1	مؤقت زمنى طراز 555
IC2	دائرة متكاملة CMOS طراز 4011
IC3	دائرة متكاملة CMOS طراز 4015

نظرية عمل الدائرة:

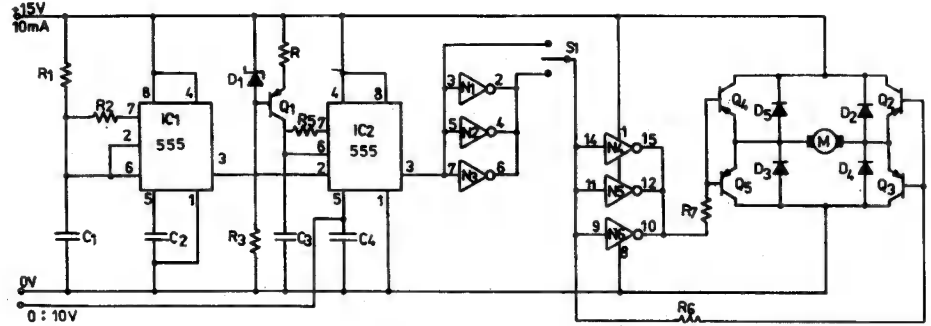
المؤقت الزمنى 555 موصل فى الدائرة على شكل مذبذب عديم الاستقرار، حيث إنه يعتبر مولد نبضات الساعة اللازمة لتشغيل مسجل الإزاحة المتمثل بالدائرة المتكاملة IC3، فنلاحظ توصل خرج IC1 (3) إلى دخل IC3 على الطرفين (1, 9).

وعلى ذلك فبالتحكم فى تردد نبضات الساعة بواسطة المقاومة المتغيرة P1، يمكن التحكم فى سرعة جريان الإضاءة على D2 : D7.

الدائرة المتكاملة IC2 والتى تحتوى على أربعة بوابات NAND موصلة على شكل البوابة XOR، حيث تقوم بعمل تغذية خلفية لمسجل الإزاحة IC3، وذلك بأخذ جزء من خرج IC3 وتوصيله مرة أخرى إلى دخل البيانات لمسجل الإزاحة على الطرف 7، وذلك لضمان دوران مخارج مسجل الإزاحة لجريان الإضاءة على الموحدات الباعثة للضوء D2 : D7، والمقاومات R12 : R18 مقاومات حماية للموحدات الباعثة للضوء، أما مجموعة المقاومات R5 : R11 والترانزستورات Q1 : Q7 فإنها تعمل معاً على تشغيل الموحدات الباعثة للضوء بصورة سليمة تحت تأثير مخارج مسجل الإزاحة IC3.

الدائرة رقم (٥٦)

الشكل (٧ - ١٦) دائرة تحكم بسيطة في محرك تيار مستمر بواسطة مبدأ التحكم في عرض الموجة (PMW).



شكل (٧-١٦)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 180 K Ω /0.5W
R2	مقاومة كربونية 100 Ω / 0.5W
R3	مقاومة كربونية 470 Ω / 0.5W
R4	مقاومة كربونية 2.2 k Ω / 0.5W
R5	مقاومة كربونية 100 Ω 0.5W
R6, R7	مقاومة كربونية 1K Ω / 0.5W
C1	مكثف سيراميكي سعته 100nF
C2, C4	مكثف سيراميكي سعته 10 nF
C3	مكثف سيراميكي سعته 1 μ F

D1	موحد زينر جهده 2.7V
D2 : D5	موحد سيليكونى طراز 1N 4001
Q1	ترانزستور PNP طراز BC 547
Q2, Q4	ترانزستور (دار لنجتون) طراز BD 679
Q3, Q5	ترانزستور (دار لنجتون) طراز BD 680
IC1, IC2	مؤقت زمنى طراز 555
IC3 (N1 : N6)	دائرة متكاملة CMOS طراز 4049
M	محرك تيار مستمر المراد التحكم فيه
S1	مفتاح قطب واحد سكتين

نظرية عمل الدائرة:

المؤقت الزمنى IC1 (555) موصل فى الدائرة على شكل مذبذب عديم الاستقرار تردده 80HZ وخرجه عبارة عن موجة مربعة .

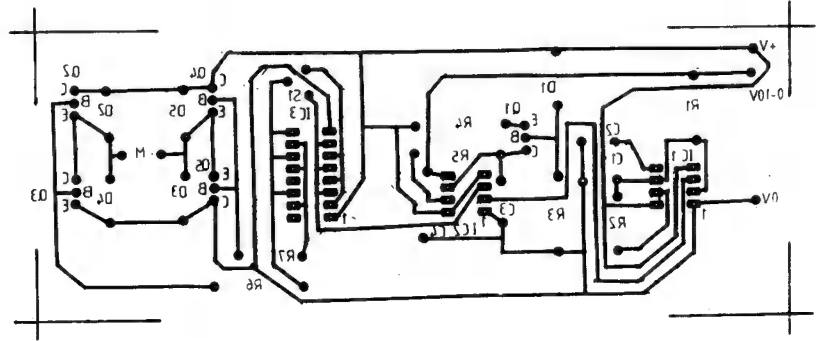
يقوم الترانزستور Q1 والذى يعمل كمصدر للتيار بشحن المكثف C3 فتتولد موجة سن المنشار نتيجة شحن وتفريغ C3 حيث يتم مقارنة هذا الجهد مع جهد التحكم (0:10V) والموصل على طرف التحكم 5 عن طريق المؤقت الزمنى IC2 ويكون خرج IC2 نبضات بها معامل الخدمة يعتمد على قيمة الجهد على المدخل 5 للدائرة المتكاملة IC1 علماً بأن تردد الموجة الخارجة من IC2 يحدد من تردد النبضات الخارجة من IC1 .

وباستخدام مجموعة العواكس N1 : N3 ، N4 : N6 وبمساعدة المفتاح S1 يمكن التحكم فى اتجاه دوران المحرك .

أما مجموعة الترانزستورات Q2 : Q5 (عائلة دار لنجتون) والموصلة على شكل قنطرة على طرفى المحرك توفر تياراً عالياً يصل إلى حوالى 4A لإمكان إدارة المحرك .

وبواسطة قنطرة التوحيد D2 : D5 نحصل على الجهد المستمر اللازم لتشغيل المحرك .

والشكل (٧ - ١٧) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التي نحن بصددتها على لوح نحاسي وجه واحد.



شكل (٧ - ١٧)

الملاحق

ملحق رقم (١)

تنفيذ المشاريع الإلكترونية

يمكن تنفيذ المشاريع الإلكترونية باستخدام:

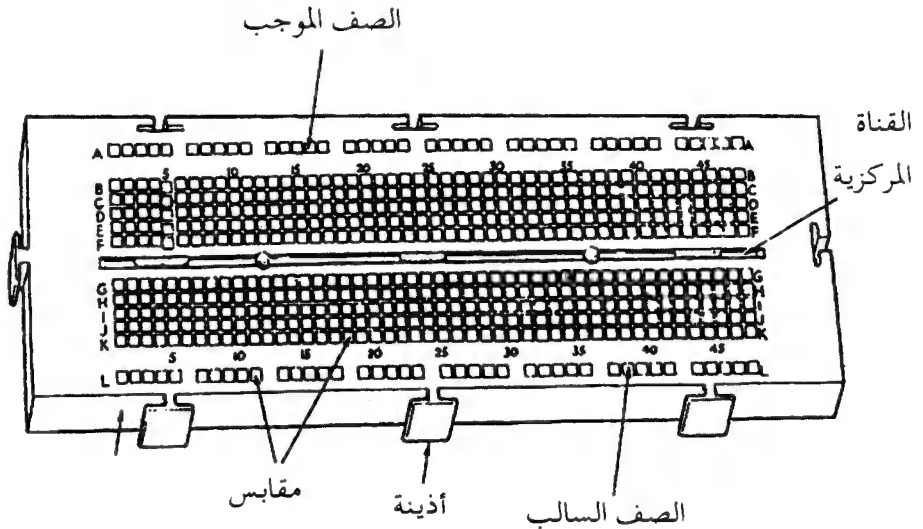
١ - لوحة التجارب Bread Boards .

٢ - لوحات الدوائر المطبوعة (P.C.B) .

٣ - اللوحات المثقبة Matrix Boards .

١ - لوحة التجارب Bread Board :

لوحة التجارب هي لوحة تستخدم في تنفيذ الدوائر الإلكترونية بدون لحام ويمكن بسهولة تبديل عنصر مكان عنصر لمعرفة التأثير الناتج عن هذا التغيير في أداء الدائرة . والشكل رقم (١) يبين أحد نماذج لوحات التجارب .



شكل (١)

يحتوى هذا النموذج على 12 صفًا والصف العلوى والسفلى يتكون كل منهما من 40 قابساً متصلة فيما بينها لكل صف . ويخصص الصف العلوى عادة للجهد الموجب للدائرة الإلكترونية فى حين يخصص الصف السفلى للجهد السالب أما باقى الصفوف العشرة فيحتوى كل منها على 50 قابساً وتتصل مقابس كل عمود أعلى القناة المركزية معاً وكذلك تتصل مقابس كل عمود أسفل القناة المركزية معاً فمثلاً تتصل المقابس B10, C10, D10, E10, F10 معاً وكذلك تتصل المقابس G5, H5, I5, J5, K5 معاً. وهكذا حيث إن G5 يعنى القابس الموجود فى الصف G والعمود رقم 5.

ويزود هذا النموذج بمجموعة من الأذينات والشقوق على الجوانب الأربعة للوحة لغرض تجميع أكثر من لوحة تجارب معاً لعمل لوحة تجارب ذات مساحة كبيرة لإمكان تنفيذ الدوائر الإلكترونية الكبيرة عليها.

والجدير بالذكر أنه لا يعتمد على لوحات التجارب فى تنفيذ المشاريع الإلكترونية عليها بشكل نهائى بل تستخدم فقط فى اختبار الدائرة قبل تنفيذها باستخدام لوحات الدوائر المطبوعة أو اللوحات المثقبة أو أى نوع آخر من لوحات التنفيذ النهائية.

٢ - لوحات الدوائر المطبوعة (P.C.B) :

تصنع هذه اللوحات من الفيبير أو البكالييت أو الألياف الزجاجية وتغطى أحد وجهيها أو كليهما بطبقة رقيقة من النحاس . وتنقسم إلى :

أ - لوحات بوجه واحد من النحاس .

ب - لوحات بوجهين من النحاس .

ج - لوحات بوجه نحاسى مغطى بطبقة حساسة للضوء (فوتوغرافى) .

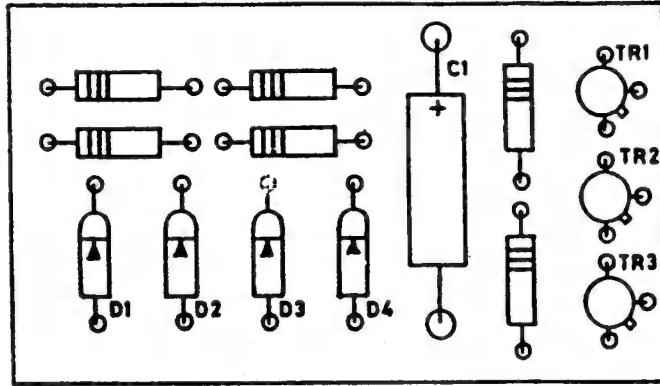
د - لوحات بوجهين من النحاس المغطى بطبقة حساسة للضوء (فوتوغرافية) .

أولاً: خطوات تنفيذ المشاريع الإلكترونية على لوحة بوجه واحد من النحاس .
 هناك عدة مراحل يجب اتباعها لتنفيذ المشاريع الإلكترونية على هذا النوع من اللوحات وهي :

أ - توزيع العناصر المستخدمة في الدائرة :

تتم خطة توزيع العناصر المستخدمة في دائرة المشروع الإلكتروني المراد تنفيذه أولاً باستخدام ورقة من الشفاف تثبت على ورقة مربعات صغيرة محدد عليها الأبعاد الحقيقية للوحة المستخدمة حيث ترسم المساقط الأفقية للعناصر الإلكترونية المستخدمة بالأبعاد الحقيقية لكل عنصر داخل إطار لوحة التوصيل كما أنه يجب مراعاة توزيع العناصر داخل إطار لوحة التوصيل توزيع مناسب بأسلوب يتيح الاستغلال الأمثل لمساحة اللوحة كما يجب أن يكون أحد محاور تلك العناصر موازياً لأحد أبعاد لوحة التوصيل .

والشكل رقم (٢) يبين طريقة التنظيم الجيد للعناصر الإلكترونية لأحد اللوحات النحاسية المستخدمة .



شكل (٢)

ب - تصميم مخطط التوصيل :

تقلب ورقة الشفاف وتحدد نهايات أطراف توصيل العناصر الإلكترونية والتي تمثل نقاط لحام (تثبيت) العناصر على لوحة التوصيل ثم تحدد نقاط الدخل والخروج

وكذلك النقاط المساعدة كالتى يراد بواسطتها إجراء بعض القياسات على الدائرة أو توصيل أجهزة إلى الدائرة وما إلى ذلك .

ثم بالاستعانة بدائرة سير التيار للمشروع (الدائرة النظرية) يتم التوصيل بين تلك النقاط بما يحقق الهدف من الدائرة .

جـ - نقل مخطط التوصيل على الوجه النحاسى للوحة التوصيل :

بعد المراجعة والتأكد من صحة مخطط التوصيل الذى تم تنفيذه على ورقة الشفاف تطبق ورقة الشفاف على الوجه النحاسى للوحة التوصيل على أن يكون اتجاه مخطط التوصيل لأعلى ثم توقع جميع نقاط مخطط التوصيل على الوجه النحاسى وباستخدام الرموز والمسارات اللاصقة المختلفة كالمبينة شكل (٣) يتم فى البداية لصق نقاط تثبيت المقاومات والمكثفات والترانزستورات ... إلخ فى أماكنها المحددة على لوحة التوصيل ثم تلصق قواعد الدوائر المتكاملة مع الأخذ فى الاعتبار اتجاه الرجل رقم (١) لأى دائرة متكاملة .

وبعد تثبيت جميع نقاط اللحام يتم التوصيل فيما بينها باستخدام المسارات اللاصقة والمناسبة للتيار المار فى الدائرة وذلك كما هو موضح بالجدول رقم (١) والذي يوضع العلاقة بين شدة التيار المار وعرض المسار المستخدم .

الجدول (١)

التيار mA	< 500 mA	500 : 1500	1500 : 3000
عرض المسار m m	0.6	1.6	3

كما أنه يجب تجنب حدوث أى تقاطعات بين المسارات أو تلامس فيما بينها لتفادى حدوث دوائر قصر وكذلك لصق نقاط التثبيت والمسارات بطريقة جيدة حتى لا تحدث دوائر مفتوحة فى مسار التيار مع الأخذ فى الاعتبار عدم ملاصقة طبقة النحاس أثناء العمل بالأيدى مباشرة حتى لا تحدث مشاكل عند التحميض ولذا يفضل لبس القفازات المرنة أثناء العمل .

د - التحميص والتشقيب :

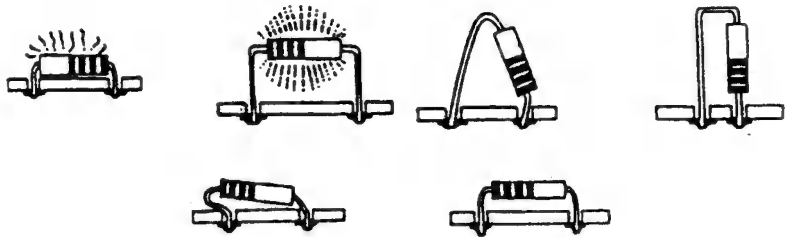
توضع لوحة التوصيل بعد الانتهاء من تنفيذ مخطط التوصيل على الوجه النحاسى وبصورة سليمة داخل كيس من البلاستيك ويصب عليها قليل من الحامض المستخدم [محلول كلوريد الحديد (350 جراماً من كلوريد الحديد + 0,5 لتر ماء)] ثم يغلق الكيس جيداً ويوضع فى ماء ساخن مع التحريك على أن يكون اتجاه التوصيلات لأسفل وذلك للإسراع فى عملية التحميص .

بعد التأكد من التخلص من طبقة النحاس غير المستخدمة نخرج اللوحة من الكيس البلاستيكي وتغسل تحت ماء جارٍ وتجفف ومن ثم وباستخدام قطعة من ليف السلك الناعم تزال نقاط التثبيت والمسارات اللاصقة برفق ثم تغسل مرة أخرى وتجفف بسرعة وترش بمادة بلاستيكية لعدم أكسدة طبقة النحاس المثلثة لمخطط التوصيل .

تشقّب نقاط التوصيل بواسطة مثقاب خاص وباستخدام ريشة لها قطر مناسب لنقطة التثبيت حيث تمر تلك الريشة بالنقطة المفرغة الموجودة بمركز نقطة التثبيت .

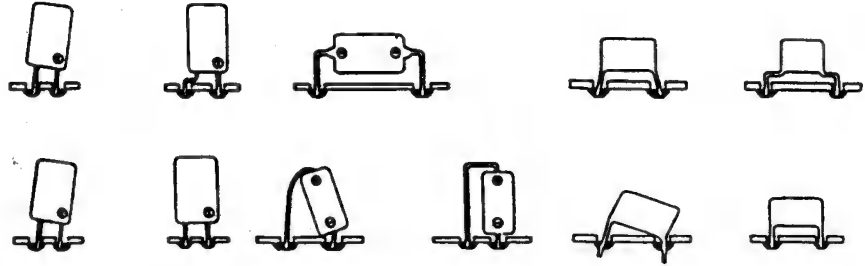
هـ - تثبيت العناصر الإلكترونية :

يفضل تثبيت العناصر الأنبوبية الشكل (مقاومات - ثنائيات) أفقياً فى حين ينصح بالتثبيت الرأسى عندما تكون مساحة اللوحة المستخدمة غير كافية (يراعى ذلك عند خطة توزيع المكونات على لوحة التوصيل) كما يجب المحافظة على مسافة معقولة بين العنصر واللوحة المطبوعة للتهوية الجيدة . والشكل (٣) يبين طريقة التثبيت الصحيحة والحاطئة للمقاومات .



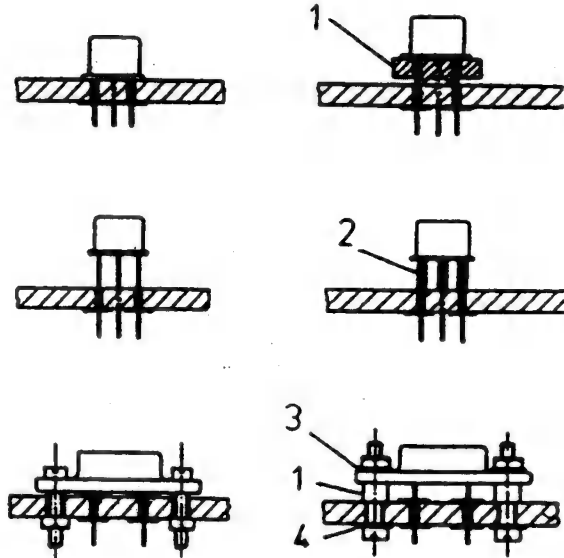
شكل (٣)

أما الشكل (٤) فيبين طرق التثبيت الصحيحة والخاطئة لأنواع مختلفة من المكثفات .



شكل (٤)

ويعرض كذلك الشكل (٥) طرق تثبيت الترانزستورات الصغيرة (أ) وكذلك طرق تثبيت ترانزستورات القدرة (ب) .



شكل (٥)

حيث إن :

1 فاصل

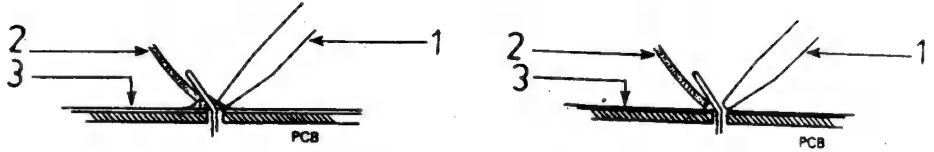
2 جلبة

3 وردة زبركية

4 وردة عادية

و - لحام العناصر الإلكترونية:

باستخدام القصدير وكاوية اللحام يتم تثبيت العناصر على اللوحة المطبوعة كما بالشكل (٦).



شكل (٦)

حيث إن:

- 1 سلاح كاوية اللحام
- 2 سلك القصدير
- 3 طبقة النحاس للوحة المطبوعة

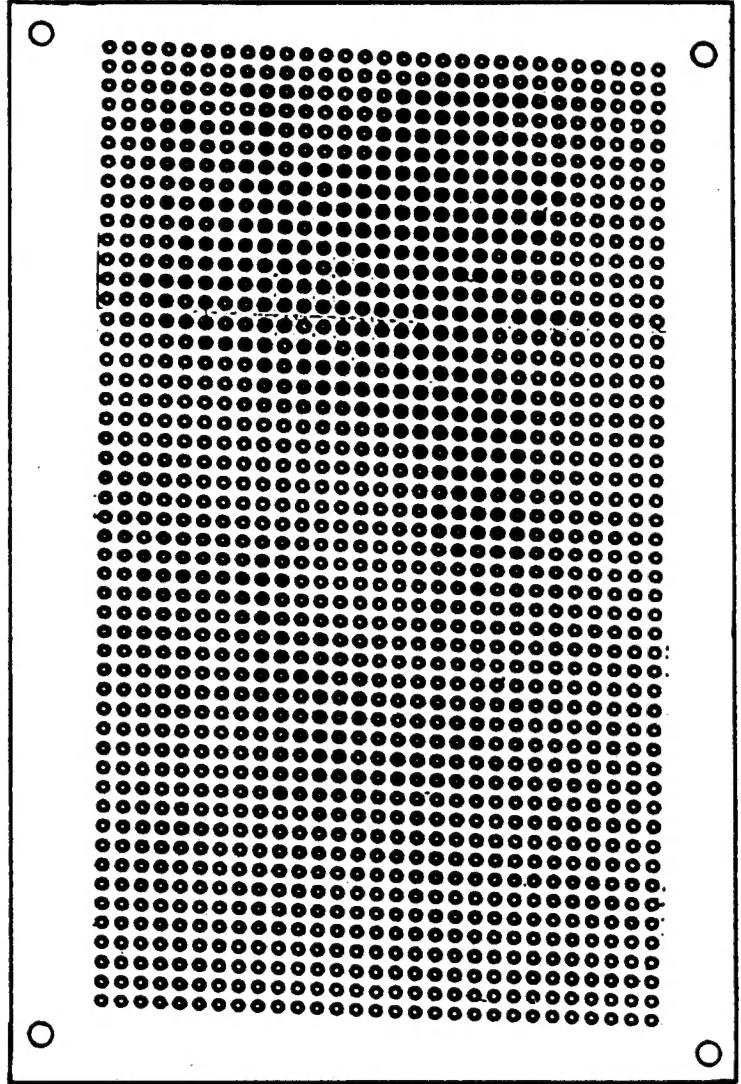
٣ - اللوحات المثقبة:

تستخدم اللوحات المثقبة في تنفيذ المشاريع الإلكترونية وذلك لمن لم يتوفر لديهم الخبرات اللازمة لتنفيذ المشاريع الإلكترونية على اللوحات المطبوعة (PCB).

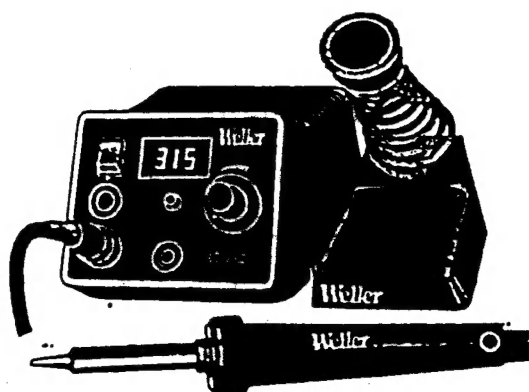
وتصنع هذه اللوحات من الفايبر جلاس أو البكاليت ويثبت عليها نقاط توصيل نحاسية مثقبة على مسافات متساوية تساوى 0.1 بوصة. وبهذه الطريقة يمكن الحصول على اختيارات متعددة لأماكن العناصر الإلكترونية مما يسهل عملية التوصيل فيما بينها. ويتم تثبيت العناصر الإلكترونية من الوجه العلوى للوحة المثقبة فى حين يتم عمل التوصيلات اللازمة بين العناصر الإلكترونية باستخدام أسلاك نحاسية معزولة أو عارية مساحة مقطعها 0.5mm^2 من الوجه الخلفى.

والجدير بالذكر أنه يمكن فك العناصر بعد تنفيذ المشروع وذلك لاستخدام اللوحة

المثقبة فى مشروع آخر وهذا ما لا يتحقق عند استخدام اللوحات المطبوعة والشكل (٧) يعرض نموذجاً للوحة مثقبة. ويعاب على اللوحات المثقبة انفصال نقاط النحاس إذا تعرضت لدرجات حرارة عالية لذلك يفضل استخدام كابويات لحام من النوع الذى يمكن التحكم فى درجة حرارته والمبين بالشكل (٨).



شكل (٧)



شكل (٨)

ملحق (٢)

أوضاع أرجل أشباه الموصلات

الشكل التالي يعرض أوضاع أرجل الترانزستورات الثنائية القطبية و ترانزستورات تأثير المجال FET و ترانزستورات تأثير المجال أكسيد المعدن MOSFET و الترانزستورات الأحادية الوصلة UJT و الترانزستورات الأحادية الوصلة والمبرمجة PUT و الثايروستورات SCR المستخدمة في هذا الكتاب .

a B E C	b E B C	c E B C	d B C E
e C B E	f E C B	g B C E	h D S G
i D S G	j G1 G2 D S	k G S D	l K G A
m B1 B2 E	n K A G		

والجدول التالي يبين رموز أشكال أشباه الموصلات المستخدمة في هذا الكتاب
 علماً بأن أشكال أوضاع أرجل أشباه الموصلات مبينة بالشكل السابق.

رمز الشكل	شبه الموصل	رمز الشكل	شبه الموصل	رمز الشكل	شبه الموصل
J	BF 900	b	BC584	a	BC107
n	C106	b	BC639	a	BC140
a	2N1613	b	BC640	c	BC147
a	2N2219	F	BD136	b	BC238
g	2N2926	d	BD139	b	BC547
m	2N4853	F	BD679	b	BC548
h	2N4861	F	BD680	b	BC549
K	2N5457	i	BF256	b	BC557
L	2N6027	e	BF494	b	BC558